

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**  
**Ι. Γ. ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΥ**

**Διαθεσιμότητα εδαφικού φωσφόρου και  
προσδιορισμός του φωσφόρου στο καπνό σε  
χαρακτηριστικές Εδαφολογικές μονάδες της Θεσσαλίας**

**ΒΟΛΟΣ, 2000**

Διαθεσιμότητα εδαφικού φωσφόρου και προσδιορισμός του φωσφόρου στο καπνό σε  
χαρακτηριστικές Εδαφολογικές μονάδες της Θεσσαλίας



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 866/1  
Ημερ. Εισ.: 01-07-2003  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
631.407 2  
ΣΤΑ

## Συμβουλευτική Επιτροπή

Ι.Κ. Μήτσιος, Ph.D.,  
Καθηγητής Εδαφολογίας  
Π.Θ.

Χ. Γούλας, Ph.D.,  
Καθηγητής Γενετικής  
Π.Θ.

Π. Λόλας, M.Sc, Ph.D.,  
Καθηγητής Ζιζανιολογίας-Φυσιολογίας  
Π.Θ.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατ' αρχήν, αισθάνομαι την υποχρέωση να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, Ι.Κ. Μήτσιο, ο οποίος συνέβαλε καθοριστικά στην πραγματοποίηση και τη συγγραφή της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης, αλλά και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών μου προσέφερε συνεχή ακαδημαϊκή και ηθική στήριξη.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα Μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, Καθηγητή Χ. Γούλα και Καθηγητή Π. Λόλα για τις πολύτιμες υποδείξεις και συμβουλές που συνετέλεσαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Σ. Φλωρά, Ερευνητή Γ' στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), Ινστιτούτο Χαρτογράφησης - Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.), για την καθοδήγηση του κατά την δημιουργία των ψηφιακών χαρτών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	1
<b>1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	3
1.1. Διαθεσιμότητα του φωσφόρου στο έδαφος	3
1.1.1. Μορφές του φωσφόρου στο έδαφος	3
1.1.2. Αντιδράσεις των φωσφορικών λιπασμάτων στο έδαφος – Διαθεσιμότητα του φωσφόρου στο έδαφος	5
1.1.3. Διάχυση του φωσφόρου στο έδαφος – Πρόσληψη του φωσφόρου από τα φυτά	10
1.2. Γενικά χαρακτηριστικά του καπνού	12
1.2.1. Απαιτήσεις του καπνού σε φώσφορο	15
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	19
2.1. Εδαφικά δείγματα	19
2.1.1. Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων	19
2.1.2. Προσδιορισμός του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου	22
2.1.3. Προσδιορισμός της οξύτητας του εδάφους	25
2.2. Δείγματα Καπνού	25
2.2.1. Δειγματοληψία καπνόφυλλων	25
2.2.2. Προσδιορισμός του φωσφόρου στα φύλλα - Φυλλοδιαγνωστική	26
2.3. Ψηφιακοί Θεματικοί χάρτες	28
2.3.1. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα	28
2.3.2. Θεματικοί χάρτες	30
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	32
3.1. Εδαφικά δείγματα	32
3.2. Δείγματα καπνού	43
3.3. Δημιουργία θεματικών χαρτών	66
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	71
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	75
<b>6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο φώσφορος είναι ένα από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Βρίσκεται στα εδάφη σε χαμηλές συγκεντρώσεις και ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του είναι η χαμηλή διαλυτότητά των διαφόρων χημικών του ενώσεων στο έδαφος. Στα όξινα εδάφη προσροφάται και δημιουργεί ισχυρότατους δεσμούς με οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου και του αργιλίου ενώ στα ασβεστούχα εδάφη δημιουργεί σύμπλοκα με το ασβέστιο, τα οποία στη συνέχεια κατακρημνίζονται.

Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου στο έδαφος εξαρτάται από τη συγκέντρωση του στο εδαφικό διάλυμα, από το μητρικό υλικό των εδαφών, από τις κλιματολογικές συνθήκες και από πολλούς φυσικοχημικούς παράγοντες του εδάφους όπως το pH, το ποσοστό της αργίλου, το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου κ.α. Η πρόσληψη του φωσφόρου από τα φυτά εξαρτάται από τη διαθεσιμότητά του στο έδαφος, αλλά και από τη μετακίνησή του μέσα στο έδαφος καθώς και από βιολογικές παραμέτρους που σχετίζονται με τα φυτά.

Η έλλειψη του στοιχείου, που παρατηρήθηκε πολύ συχνά σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες, οδήγησε στην αλόγιστη χρήση των φωσφορικών λιπασμάτων, με σκοπό την αύξηση της παραγωγής. Έτσι, την τελευταία 15ετία τα περισσότερα από τα εδάφη της χώρας μας παρουσιάζουν μια βραδεία αλλά σταθερή αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου. Λόγω της ταχείας προσρόφησης του από τα συστατικά του εδάφους, το πλεόνασμα του φωσφόρου δεν μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα από τα φυτά αμέσως μετά την προσθήκη του στο έδαφος, με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή του στα εδάφη. Η συσσώρευση του φωσφόρου στα καλλιεργούμενα εδάφη δημιουργεί έναν ορατό πλέον περιβαλλοντικό κίνδυνο, λόγω της μετακίνησης του από το έδαφος, διαμέσου της επιφανειακής και της υποεπιφανειακής απορροής αλλά και διαμέσου της έκπλυσης, προς τους υδάτινους αποδέκτες, με αποτέλεσμα την δημιουργία ευτροφικών καταστάσεων (H. Tunney, 1997). Επιπλέον, η σπατάλη στην κατανάλωση φωσφορικών λιπασμάτων οδηγεί στη μείωση των αποθεμάτων του φωσφόρου τα οποία είναι πολύ περιορισμένα (I.C.R. Holford, 1997).

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι είναι απαραίτητη η μελέτη των εδαφών για τον προσδιορισμό των ποσοτήτων του φωσφόρου στα εδάφη, ιδιαίτερα σε περιοχές που καλλιεργούνται εντατικά, όπως π.χ. η Θεσσαλία.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της διαθεσιμότητας του εδαφικού

φωσφόρου σε 410 εδαφικά δείγματα από περιοχές της Καρδίτσας, της Λάρισας και των Τρικάλων. Στα εδαφικά δείγματα προσδιορίστηκαν το pH, το ποσοστό του  $\text{CaCO}_3$  και ο διαθέσιμος P (Olsen). Στη συνέχεια τα εδάφη ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες διαθεσιμότητας φωσφόρου στο έδαφος, σύμφωνα με τους υπάρχοντες δείκτες διαθεσιμότητας φωσφόρου (MAFF, 1988; Μήτσιος, 2000) και σε κατηγορίες ανάλογα με την τιμή του pH (MAFF, 1988; Μήτσιος, 2000).

Παράλληλα, προσδιορίστηκε η συγκέντρωση του φωσφόρου ανά χέρι συλλογής σε δείγματα φύλλων καπνού από τις ίδιες περιοχές. Οι ποικιλίες καπνού που μελετήθηκαν ανήκουν στις ομάδες I (Virginia), II (Burley) και VIII (Καμπά Κουλάκ Κλασσικά).

Με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων των εδαφικών και των φυτικών δειγμάτων, διερευνήθηκαν οι σχέσεις μεταξύ των επιπέδων του διαθέσιμου P του εδάφους και της συγκέντρωσης του P στα φύλλα.

Η ανάγκη για βέλτιστη διαχείριση των εδαφικών πόρων, αλλά και για την πληρέστερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, οδήγησε στη χρήση των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) για τη δημιουργία ψηφιακών χαρτών οι οποίοι μπορούν να περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό δεδομένων και πληροφοριών που αφορούν μια περιοχή. Με τους ψηφιακούς θεματικούς χάρτες επιτυγχάνεται η μελέτη της διαθεσιμότητας του θρεπτικού στοιχείου στο χώρο και στο χρόνο, καθώς η βάση δεδομένων των χαρτών μπορεί να εμπλουτίζεται διαρκώς με την προσθήκη νέων στοιχείων. Στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκαν πιλοτικοί θεματικοί ψηφιακοί χάρτες που αφορούν μία από τις περιοχές δειγματοληψίας με τοπογραφικό υπόβαθρο τον λεπτομερή εδαφολογικό χάρτη (1:20.000) της περιοχής του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης Εδαφών Λάρισας. Επειδή αρκετές από τις ιδιότητες που επιδρούν στην διαθεσιμότητα του εδαφικού P είναι παρόμοιες για τα εδάφη της ίδιας χαρτογραφικής μονάδας, θεωρήθηκε σκόπιμη η ταξινόμηση των εδαφών με δείκτες διαθεσιμότητας εδαφικού P μέσα στην ίδια χαρτογραφική μονάδα.

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 1.1. Διαθεσιμότητα του φωσφόρου στο έδαφος

#### 1.1.1. Μορφές του φωσφόρου στο έδαφος

Ο φώσφορος είναι στοιχείο της λιθόσφαιρας σε αναλογία 0,12% του μανδύα της γης (Cathcart B.J., 1980). Εμφανίζεται σε όλα τα πετρώματα, στο νερό και στα φυτικά και ζωικά υπολείμματα και δημιουργεί σύνθετα σύμπλοκα με μεγάλο αριθμό στοιχείων. Περίπου 170 από τα γνωστά ορυκτά περιέχουν τουλάχιστον 0,44% P (Holford, I.C.R., 1997).

Στο έδαφος εμφανίζεται βασικά με δύο μορφές, ως ανόργανος και ως οργανικός φώσφορος. Με την οργανική μορφή, ο P βρίσκεται στα εδάφη σαν κύριο συστατικό του χούμου. Συναντάται με τις μορφές λιπιδίων, φωσφορικής ινοσιτόλης, νουκλεϊνικών και φουλβικών οξέων. Με την ανόργανη μορφή, ο P δημιουργεί ενώσεις με τα στοιχεία Ca, Fe και Al. Τα φωσφορικά ορυκτά ανήκουν σε τρεις κυρίως ομάδες, τα σιδηρο-αργιλιούχα φωσφορικά ορυκτά, τα ασβεστο-σιδηρο-αργιλιούχα φωσφορικά ορυκτά και τα ασβεστο-φωσφορικά ορυκτά.

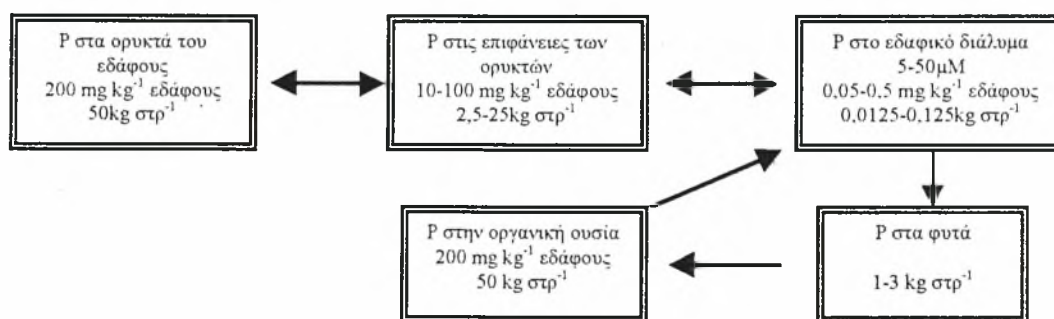
Σύμφωνα με τους Mc Clellan και Gremillion (1980) τα πιο κοινά φωσφορικά ορυκτά που απαντώνται στα εδάφη είναι τα παρακάτω:

- Τα πιο κοινά σιδηρο-αργιλιούχα φωσφορικά ορυκτά είναι ο βαρισκίτης  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ο στρενγκίτης  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  και ο γουαβελίτης  $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .
- Τα βασικά ασβεστο-σιδηρο-αργιλιούχα φωσφορικά ορυκτά είναι ο κρανδαλίτης  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$  και ο μιλισίτης  $(\text{Na,K})\text{CaAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .
- Οι απατίτες είναι το δέκατο πιο άφθονο ορυκτό στη φύση. Στους απατίτες συγκαταλέγονται τα βασικότερα ασβεστο-φωσφορικά ορυκτά (Phosphate Rocks, PR) με κυριότερα φωσφορικά σύμπλοκα τον φθοριοαπατίτη  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$ , τον υδροξυαπατίτη  $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$  και τον οξυαπατίτη  $\text{Ca}_{10}\text{O}(\text{PO}_4)_6$ . Τα πιο σπουδαία



συστατικά των PR είναι ο χριστοβαλίτης, ο αταπουλγκίτης, ο ασβεστίτης και ο μαγνησίτης, ο αιματίτης και ο μαγνητίτης, ο γκαιτίτης, ο λειμονίτης, ο γκιβίτης, ο μποεμίτης, ο συλβίτης, ο ιλμενίτης και διάφορα άλλα.

Το ολικό ποσό του φωσφόρου στο έδαφος είναι σχετικά μικρό σε σχέση με τα υπόλοιπα βασικά στοιχεία και κυμαίνεται από 50 έως 1100 mg P ανά Kg εδάφους, ενώ 20-80% των ποσοτήτων του P εντοπίζονται στον οργανικό P των εδαφών (Tisdale et al., 1985, Brady, 1990). Ο φώσφορος βρίσκεται στο έδαφος σε μεγάλο αριθμό χημικών μορφών. Η ποσότητα του διαθέσιμου P δεν είναι μια διακριτή τιμή για κάθε συγκεκριμένο έδαφος, αλλά διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος καθώς αυτές επηρεάζουν τις εδαφικές και τις φυτικές παραμέτρους. Το μητρικό υλικό, τα πρωτογενή και δευτερογενή ορυκτά που βρίσκονται στο έδαφος καθώς και το pH, επηρεάζουν τις μορφές με τις οποίες εμφανίζεται ο φώσφορος στο έδαφος. Μια τυπική κατανομή του φωσφόρου σε διάφορα κλάσματα, σε βάθος 20cm ενός σχετικά γόνιμου εδάφους, έχει ως εξής:



**Εικόνα 1.** Τυπικές τιμές της κατανομής του P σε ένα τυπικό, γόνιμο έδαφος. Ο P του εδαφικού διαλύματος υπολογίστηκε υποθέτοντας ότι 1kg εδάφους περιέχει 300ml διαλύματος, και η τιμή του οργανικού P αντιστοιχεί σε έδαφος με 1,7% οργανική ουσία και  $12\text{g P kg}^{-1}$ , (Rowell, 1994, Μήτσιος, 2000)

Η χαμηλή περιεκτικότητα του εδαφικού διαλύματος σε φώσφορο και η μικρή διαλυτότητα των φωσφορικών συμπλόκων του εδάφους, είναι οι κυριότεροι παράγοντες που μειώνουν τη διαθεσιμότητα του P του εδάφους. Τις τελευταίες δεκαετίες, η συστηματική λίπανση με ανόργανα φωσφορικά λιπάσματα και με οργανικά υπολείμματα, έχει αυξήσει τα επίπεδα του φωσφόρου στα περισσότερα καλλιεργούμενα

εδάφη. Τα φωσφορικά πετρώματα που προαναφέρθηκαν είναι η κύρια πηγή για την παρασκευή των φωσφορικών λιπασμάτων.

### **1.1.2. Αντιδράσεις των φωσφορικών λιπασμάτων στο έδαφος και διαθεσιμότητα του φωσφόρου**

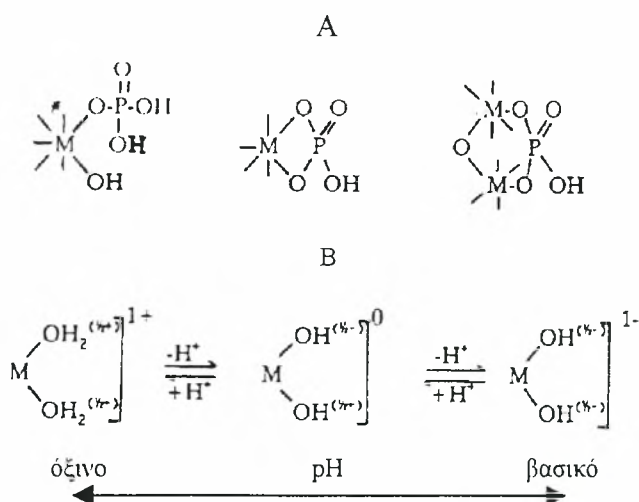
Ο φώσφορος που ελευθερώνεται από την υδρόλυση των φωσφορικών λιπασμάτων μετά από την εφαρμογή τους στο έδαφος, αντιδρά με πολλά από τα συστατικά του εδάφους και δημιουργεί δυσδιάλυτες χημικές ενώσεις. Η ακινητοποίηση αυτή του P του εδάφους είναι γνωστή σαν «συγκράτηση» του P (fixation-retention) και είναι ένα φαινόμενο που έχει μελετηθεί ευρέως. Οι πιο σύγχρονες μελέτες (Sample, E.C., Soper, R.J. και Racz, G.J., 1980; Morgan, M.A., 1997, Μήτσιος, I.K., 1999) αναφέρουν ότι γενικά, ο ανόργανος P συγκρατείται από το έδαφος με τους εξής μηχανισμούς: φυσική προσρόφηση, χημική προσρόφηση (με ειδικούς και μη-ειδικούς δεσμούς), ανταλλαγή ανιόντων, επιφανειακή κατακρήμνιση και κατακρήμνιση διάφορων στερεών φάσεων. Με αυτούς τους μηχανισμούς ο P δημιουργεί ενώσεις και συγκρατείται από τα ένυδρα οξείδια του σιδήρου και του αργιλίου, από κάποια αργλιοπυριτικά ορυκτά και από τα ανθρακικά του εδάφους. Συγκεκριμένα:

1) Τα υδροξείδια του Fe και του Al είναι άφθονα σε έντονα αποσαθρωμένα εδάφη, με χαμηλή τιμή pH. Εμφανίζονται ως μεμονωμένες χημικές ενώσεις ή συνδεδεμένα με άλλα εδαφικά τεμαχίδια ως επικάλυψη και συγκρατούν στις επιφάνειές τους μεγάλες ποσότητες P (Wild, 1950). Ο μηχανισμός με τον οποίο συγκρατούν τον P είναι πιθανότατα η προσρόφηση.

Ο Bache (1964) μετά από έρευνες που πραγματοποίησε σε εδάφη με γκιψίτη και ένυδρα οξείδια Fe, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ανάλογα με τη συγκέντρωση του P στο εδαφικό διάλυμα έχουμε τρία στάδια προσρόφησης: 1) στο πρώτο στάδιο παρατηρείται χημική προσρόφηση μικρής ποσότητας P, με ενέργεια προσρόφησης υψηλή, 2) στο δεύτερο στάδιο παρατηρείται κατακρήμνιση διαφόρων χημικών ενώσεων του P και 3) τέλος, στο τρίτο στάδιο, παρατηρείται προσρόφηση P πάνω στο κατακρήμνισμα, με ενέργεια προσρόφησης χαμηλή. Οι παραγόμενες μορφές έχουν γενικό τύπο  $(Al,Fe)(H_2PO_4)_n(OH)_{3-n}$  ( $n>1$  για τα περισσότερα εδαφικά συστήματα).

Στα ίδια περίπου αποτελέσματα κατέληξαν οι Hsu και Rennie (1962) και ο Muljadi et al. (1966a,b,c) μελετώντας όμως την προσρόφηση του P σε καολινίτη, γκιψίτη και ψευδομοπεμίτη.

Οι Parfitt et al. (1975) μελετώντας τον P φασματοσκοπικά, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο P προσροφάται από τις επιφάνειες των οξειδίων του Fe αντικαθιστώντας δυο γειτονικά, επιφανειακά ιόντα  $\text{OH}^-$ . Δύο οξυγόνα από το φωσφορικό ιόν συνδέονται με δύο ιόντα σιδήρου δίνοντας ένα διπυρηνικό επιφανειακό σύμπλοκο  $[\text{Fe}-\text{O}-(\text{P}=\text{O})_2-\text{O}-\text{Fe}]$ . Ο Hingston et al (1967, 1968) απέδειξε ότι τα ανιόντα, άρα και τα φωσφορικά ιόντα, μπορούν να προσροφηθούν με ειδικούς χημικούς δεσμούς από τα ένυδρα οξείδια του αργιλίου και του σιδήρου καθώς αντικαθιστούν τα  $\text{OH}_2$  και τα  $\text{OH}^-$ . Από αυτή την αντικατάσταση προκύπτουν οι μορφές προσροφημένου P, όπως φαίνονται στην Εικόνα 2. Στην Εικόνα 2 φαίνεται επίσης ότι καθώς το pH αυξάνει, αυξάνει και το αρνητικό φορτίο του οξειδίου οπότε και δυσχεραίνεται η προσρόφηση του P.



**Εικόνα 2.** Α) Τύποι δεσμών του P και Β) Χαρακτηριστικά του pH-εξαρτώμενου επιφανειακού φορτίου που σχετίζονται με τα ένυδρα οξείδια, όπου M: Fe, Al (Sample et al., 1980; Uehara & Gillman, 1981; White, 1980)

Τελικά, ο φώσφορος συνδέεται πολύ ισχυρά με τα ένυδρα οξείδια του Fe και του Al και γίνεται αδιάθετος για τα φυτά. Πολλοί ερευνητές (Hingston et al., 1967, 1968; Nakaru και Uehara, 1972; Sawhney, 1974) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε εδάφη

που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ένυδρων οξειδίων του Fe και του Al, λόγω της προσρόφησης του φωσφόρου σε αυτά τα οξείδια, αυξάνεται το αρνητικό φορτίο των κolloειδών του εδάφους και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Οι περισσότεροι από τους ερευνητές που προαναφέρθηκαν, κατέληξαν επίσης στο συμπέρασμα ότι όταν ο P βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, συγκρατείται από τα υδροξείδια με μηχανισμούς προσρόφησης, ενώ όταν βρίσκεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, ο μηχανισμός συγκράτησης που κυριαρχεί είναι η κατακρήμνιση.

2) Ο P συγκρατείται επίσης από κάποια άργιλο-πυριτικά ορυκτά. Ο καολινίτης, ο μοντμοριλλονίτης, ο ψευδομοπεμίτης, ο ιλλίτης και ο γκιψίτης, όταν περιβάλλονται από διάφορα κατιόντα, συγκρατούν μικρές ποσότητες P, ενώ τα κolloειδή της αργίλου που περιβάλλονται από δισθενή ιόντα προσροφούν περισσότερο P από ότι εκείνα που περιβάλλονται από μονοσθενή ιόντα (Pissarides et al., 1968).

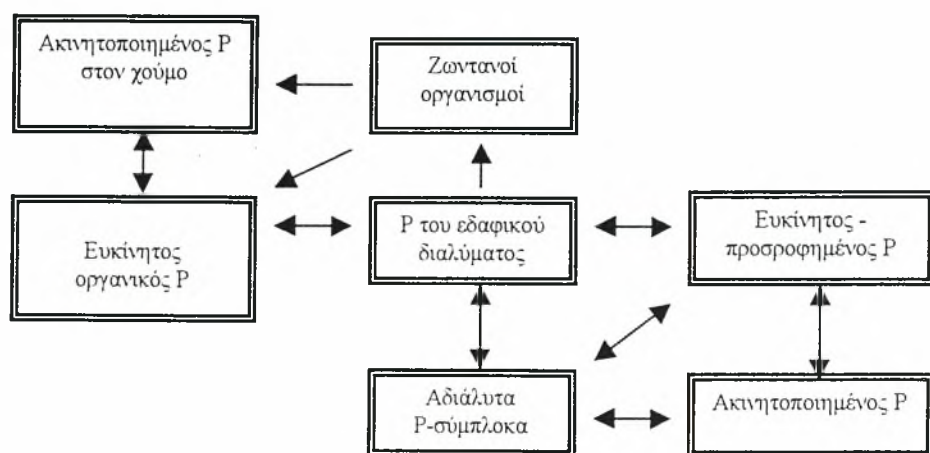
3) Τα ασβεστούχα εδάφη είναι πλούσια σε ανθρακικά ορυκτά. Ο βασικός μηχανισμός συγκράτησης του P από τα ανθρακικά είναι η κατακρήμνιση των ασβεστοφωσφορικών ενώσεων. Οι κυριότερες ενώσεις του Ca με τον P είναι το φωσφορικό διασβέστιο  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , το φωσφορικό οκτασβέστιο  $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , ο υδροξυαπατίτης  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{CaHPO}_4$ , το  $\text{Mg}_3(\text{NH}_4)_2(\text{HPO}_4)_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{Ca}_2(\text{NH}_4)_2(\text{HPO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{CaNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  και άλλα σύμπλοκα, ανάλογα με το φωσφορικό λίπασμα που προστίθεται στο έδαφος (Lindsay et al, 1962; Larsen et al, 1963).

Η προσρόφηση (adsorption) του P του εδάφους ακολουθείται από τη φάση της εκρόφησης (desorption), με κύριο χαρακτηριστικό την υστέρηση μεταξύ των δύο αυτών φάσεων (Uehara and Gillman, 1981), η οποία εξαρτάται από τον χρόνο, την αρχική αναλογία προσθήκης του P και τον τύπο των κolloειδών (Barrow, 1980b).

Οι χαμηλές συγκεντρώσεις του P στο εδαφικό διάλυμα οδήγησαν τις έρευνες στην περιγραφή των σχέσεων του P του εδαφικού διαλύματος, της δεξαμενής δηλαδή από την οποία αντλεί η ρίζα τα θρεπτικά φωσφορικά στοιχεία, με τις άλλες δεξαμενές φωσφόρου που αλληλεπιδρούν με την φάση του P στο εδαφικό διάλυμα (Olsen et al., 1977; Sample et al., 1980). Γενικά, οι μετατροπές του φωσφόρου που εφαρμόζεται στο έδαφος σαν φωσφορικό λίπασμα, καταλήγουν στη δημιουργία μεγάλου αριθμού χημικών μορφών P στο έδαφος και άλλων χημικών αντιδράσεων, που μπορούν να

περιγραφούν ως κύκλος του P (Smeck, 1985). Ένα παράδειγμα τέτοιου κύκλου παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.

Οι περισσότερες έρευνες μέχρι σήμερα επικεντρώνονται στις μετατροπές του ανόργανου P, όμως αρχίζει να αυξάνεται το ενδιαφέρον και για τον οργανικό P (Dalal, 1977; Anderson, 1980), στα πλαίσια της προσπάθειας να εξηγηθεί η διαθεσιμότητα του P του εδάφους σαν μέρος του αγρο-οικοσυστήματος (Smeck, 1985).



**Εικόνα 3.** Πιθανές μετατροπές P του εδάφους  
(White, 1980; Barrow, 1983; Smeck, 1985)

Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους προσδιορίζεται ο φώσφορος των εδαφών είναι:

1. Για να προσδιοριστεί ο διαθέσιμος P στα φυτά και κατ'επέκταση, η ποσότητα του επιπλέον φωσφόρου που χρειάζεται, ώστε να αποφευχθεί η μείωση της παραγωγής με αποτέλεσμα τη μείωση των εισοδημάτων του αγρότη.
2. Για την αποφυγή της υπερλίπανσης των εδαφών με φωσφορικά λιπάσματα, η οποία εγκυμονεί τον κίνδυνο της μετακίνησης του P προς τους υδάτινους αποδέκτες διαμέσου της επιφανειακής και της υποεπιφανειακής απορροής και διαμέσου της έκπλυσης, και τη δημιουργία ευτροφικών καταστάσεων (Catt, J.A. et al., 1998; Ritchie, G.S. and Weaver, D.M. 1993; Tunney, H. et al., 1997).

Στην Ελλάδα, ο προσδιορισμός του διαθέσιμου P γίνεται κυρίως με τη μέθοδο του Olsen. Ο Σιμώνης (1990) αναφέρει ότι κατά την περίοδο 1965-69, το 58% των ελληνικών εδαφών ήταν φτωχά (0-10ppm P) σε διαθέσιμο P, το 29% των εδαφών ήταν



μέτρια (10-20ppm P) και το 13% ήταν πλούσια (>20ppm P) σε διαθέσιμο P, ενώ το διάστημα 1985-1990 τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 20%, 42% και 38%. Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι εμφανίζεται σταδιακή συσσώρευση του P στα ελληνικά εδάφη και για το λόγο αυτό καθίσταται σημαντική η παρακολούθηση των επιπέδων του διαθέσιμου P, ειδικότερα σε περιοχές με έντονη αγροτική δραστηριότητα όπως, π.χ. η Θεσσαλία.

Για τον προσδιορισμό του διαθέσιμου P του εδάφους, πολλές μέθοδοι εκχύλισης του P έχουν αναπτυχθεί, με διάφορα εκχυλιστικά διαλύματα, που συσχετίζονται επαρκώς με την πρόσληψη του P σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα και παρέχουν δείκτες του διαθέσιμου P (Kamparth and Watson, 1980). Τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται για να γίνουν συσχετίσεις μεταξύ των επιπέδων του φωσφόρου στο έδαφος, της απόδοσης των καλλιεργειών και της περιεκτικότητας των φυτών σε φώσφορο.

Η ποσότητα του διαθέσιμου P εξαρτάται από τις χημικές και φυσικές παραμέτρους του εδάφους (ρυθμιστική ικανότητα, συγκέντρωση του P στο εδαφικό διάλυμα, πορώδες και υγρασία του εδάφους) και από το βιολογικό υλικό (είδος φυτού, ποικιλία, ηλικία και πυκνότητα ριζών).

Η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους προκύπτει από την ισόθερμη καμπύλη του P του εδάφους και ορίζεται ως ο λόγος της συγκέντρωσης του P στο εδαφικό διάλυμα (ένταση) και του ποσού του P που προσροφάται από τη στερεή φάση του εδάφους ή εκροφάται προς το εδαφικό διάλυμα (ποσότητα).

Άλλοι παράγοντες που καθορίζουν την διαθεσιμότητα του P του εδάφους είναι η ο ρυθμός της διάλυσης των φωσφορικών ενώσεων και της εκρόφησης του P από τα φωσφορικά σύμπλοκα και η διάχυση του P μέσα στο έδαφος (Dalal and Hallsworth, 1976).

Το pH του εδάφους επιδρά έμμεσα στην διαθεσιμότητα του P του εδάφους, μέσω των επιδράσεων του στους προαναφερθέντες παράγοντες (Larsen et al., 1965).

Επίσης, έμμεση επίδραση στη διαθεσιμότητα του P στο έδαφος έχει η περιεκτικότητα του εδάφους σε σίδηρο, σε ανθρακικά, σε άργιλο, σε οργανικό P καθώς και η ενεργός επιφάνεια των ανθρακικών (Soper and El Bagouri, 1964; Fixen and Ludwick, 1982; Holford, 1977; Cole et al., 1977).

### 1.1.3. Διάχυση του φωσφόρου στο έδαφος - Πρόσληψη του φωσφόρου από τα φυτά

Ο φώσφορος του εδάφους μετακινείται προς τις ρίζες κυρίως με διάχυση (Nye and Tinker, 1977) και λιγότερο με μαζική ροή, 1% περίπου της συνολικής προσλαμβανόμενης ποσότητας (Barber, 1980). Η μετακίνησή του φωσφόρου προς τις ρίζες των φυτών με διάχυση επηρεάζεται από την ηλικία, το βάθος, το μήκος και την πυκνότητα των ριζών, από τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο εδαφικό διάλυμα, από την υγρασία και από το πορώδες του εδάφους και από τη δαιδαλώδη διαδρομή του εδάφους. Καθώς η διάχυση είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός εφοδιασμού των φυτών με P, όλοι οι παράγοντες που επιδρούν στη διάχυση (υγρασία, δαιδαλώδες του εδάφους, θερμοκρασία, ρυθμιστική ικανότητα) επηρεάζουν και την πρόσληψη του P από τα φυτά (Rowell, et al., 1967). Η διάχυση των φωσφορικών ιόντων στο έδαφος περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση (Nye and Tinker, 1977):

$$D = D_i \theta f_i dC/dC$$

όπου,

$D$ , είναι ο συντελεστής διάχυσης του ιόντος στο εδαφικό διάλυμα ( $\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ ),

$D_i$ , είναι ο συντελεστής διάχυσης του ιόντος σε ελεύθερο διάλυμα, ( $\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ ),

$\theta$ , είναι το κλάσμα του εδαφικού όγκου που καταλαμβάνει το εδαφικό διάλυμα ( $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ),

$f_i$ , είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας που σχετίζεται με το δαιδαλώδες του εδάφους,

$\frac{dC_i}{dC} = \frac{1}{b}$ , όπου  $b$  η ρυθμιστική δύναμη του εδάφους όπως προκύπτει από την ισόθερμη καμπύλη.

Ο συντελεστής διάχυσης του  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  στο καθαρό νερό είναι  $0,89 \times 10^{-5} \text{cm}^2\text{sec}^{-1}$ . Ο συντελεστής διάχυσης του  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  στα εδάφη κυμαίνεται από  $5 \times 10^{-11} \text{cm}^2\text{sec}^{-1}$  έως  $1 \times 10^{-8} \text{cm}^2\text{sec}^{-1}$ . Τα εδάφη με μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα και μικρή συγκέντρωση P στο εδαφικό διάλυμα έχουν τις μικρότερες τιμές συντελεστή διάχυσης (Barber, S., 1980).

Καθώς τα φυτά προσλαμβάνουν P από το εδαφικό διάλυμα διαταράσσεται η κατάσταση της χημικής ισορροπίας του φωσφόρου, οπότε για να αποκατασταθεί η ισορροπία αυτή πρέπει να αποδεσμευτούν ποσότητες P από τις επιφάνειες των ορυκτών στις οποίες είναι προσροφημένος. Δεδομένου όμως ότι ο συντελεστής διάχυσης του P

στο εδαφικό διάλυμα λαμβάνει μικρές τιμές, η αποκατάσταση της ισορροπίας αυτής συμβαίνει σε μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα φυτά προσλαμβάνουν το P από το εδαφικό διάλυμα με τη μορφή φωσφορικού ιόντος και κυρίως με τη μορφή  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  και  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Η συγκέντρωση και το είδος του φωσφορικού ιόντος εξαρτάται από την τιμή του pH. Σε pH=7,22 οι ποσότητες των δύο μορφών είναι ίσες, ενώ σε μικρότερες τιμές pH η κυρίαρχη μορφή είναι το  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  (Barber, S., 1980).

Ο ρυθμός πρόσληψης του  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  από το ριζικό σύστημα φαίνεται να ακολουθεί την εξίσωση κινητικής ενζυματικής κατάλυσης των Michaelis-Menten (Epstein, 1972). Η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης του  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  στο εδαφικό διάλυμα και της εισροής του  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  μέσα στη ρίζα, εκφράζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$I = I_{\max} \frac{C}{K_m + C}$$

όπου, **I** είναι η ταχύτητα εισροής του P στις ρίζες, **I<sub>max</sub>** είναι η μέγιστη ταχύτητα, **C** είναι η συγκέντρωση του ιόντος στο διάλυμα και **K<sub>m</sub>** η σταθερά Michaelis-Menten που ισούται με C όταν  $I=0,5 I_{\max}$ .

Η συγκέντρωση του P στο εδαφικό διάλυμα επηρεάζει σημαντικά τους ρυθμούς πρόσληψης του από τα φυτά. Η συγκέντρωση του P στο εδαφικό διάλυμα διαφέρει ευρέως στα διάφορα εδάφη. Σε πολύ φτωχά εδάφη η συγκέντρωση του P είναι μικρότερη από  $10^{-8}\text{M}$ , σε μέτρια και αποσαθρωμένα εδάφη είναι περίπου  $10^{-6}\text{M}$  και σε πλούσια, εφοδιασμένα εδάφη είναι μεγαλύτερη από  $10^{-4}\text{M}$  (Russel, E.W., 1973). Όταν η συγκέντρωση του P στα εδαφικά διαλύματα είναι  $10^{-5}\text{M}$  (0,3 ppm P) και όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτού βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα, τότε είναι ικανοποιητική η ανάπτυξη των περισσότερων φυτών. Αυτή η συγκέντρωση είναι προφανώς πολύ χαμηλή και δείχνει ότι ο P βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στο εδαφικό διάλυμα, οπότε για να έχουμε ικανοποιητικό εφοδιασμό των φυτών με P πρέπει ο P που απομακρύνεται με τα φυτά στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου να αντικαθίσταται με P προερχόμενο από τις άλλες διαθέσιμες μορφές του P στο έδαφος.

Η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα του φυτού έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή των χημικών ιδιοτήτων του εδάφους στη ριζόσφαιρα. Όταν το ριζικό σύστημα προσλαμβάνει περισσότερα κατιόντα από ανιόντα τότε εκκρίνει  $\text{H}^+$  και η τιμή



του pH στη ριζόσφαιρα μειώνεται, με αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας του P, ενώ στην περίπτωση που η ρίζα προσλαμβάνει περισσότερα ανιόντα από κατιόντα τότε εκκρίνει  $\text{OH}^-$  και  $\text{HCO}_3^-$  και η τιμή του pH υψώνεται με αποτέλεσμα την μείωση της διαλυτότητας του P (Barber, S., 1980, Μήτσιος, 1999).

Με τη λίπανση των καλλιεργειών με φωσφορικά λιπάσματα προστίθενται ποσότητες P στο έδαφος. Γενικά, οι ετήσιες καλλιεργείες προσλαμβάνουν P, σε ποσοστό περίπου 5-30% από τα φωσφορικά λιπάσματα. Οι ποσότητες του διαθέσιμου P στο έδαφος συγκεντρώνονται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (5-30cm) λόγω της ισχυρής συγκράτησής του P από διάφορα εδαφικά σύμπλοκα, του μικρού συντελεστή διάχυσης και της απορροφητικής δύναμης των ριζών που αναπτύσσονται σε αυτό το βάθος. Ο P του εδάφους έχει υπολειμματική δράση για μεγάλο χρονικό διάστημα (Russel, E.W., 1973; Sample, E.C., et al, 1980; Barrow, N.J., 1980).

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι η κρίσιμη περιεκτικότητα του εδάφους σε P σε μια συγκεκριμένη περιοχή, καθορίζεται τόσο από τις εδαφικές παραμέτρους όσο και από βιολογικές παραμέτρους (είδος φυτού, ποικιλία, κ.α.). Για να προσδιοριστεί λοιπόν η επάρκεια ή μη του διαθέσιμου P, κρίνεται απαραίτητο να επεκταθεί η έρευνα στο θέμα αυτό προκειμένου να αποκτηθούν δεδομένα που θα αξιοποιηθούν για τον προσδιορισμό της βέλτιστης φωσφορικής λίπανσης.

## 1.2. Γενικά χαρακτηριστικά του καπνού

Ο καπνός αποτελεί βασικό γεωργικό προϊόν για την Ελλάδα. Καλλιεργείται σε έκταση περίπου 650.000 στρεμμάτων, ενώ η συνολική παραγωγή καπνού είναι περίπου 120.000–130.000 τόνοι και οι εξαγωγές καλύπτουν το 80-90% της παραγωγής. Επιπλέον, η καπνοπαραγωγή και η κατανάλωση καπνού αποτελούν σημαντικές πηγές για την Εθνική Οικονομία. Η καπνοκαλλιέργεια γίνεται κατά 55% σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές συμβάλλει στη συγκράτηση του πληθυσμού στις ευαίσθητες αυτές περιοχές και στο δημογραφικό πρόβλημα (Βασιλειάδης, Γ., 1996; Λόλας, Π. 1996).

Ο καλλιεργούμενος καπνός ανήκει στο γένος *Nicotiana* της οικογένειας *Solanaceae*, η οποία υπάγεται στην τάξη *Solanales* (*Tubiflorae*). Το είδος *N. tabacum* αποτελεί το κατεξοχήν καλλιεργούμενο είδος και είναι φυτό ποώδες ή ημιξυλώδες, ετήσιο και σπανίως διετές ή τριετές. Η καλλιέργεια του ξεκινά με τη σπορά των σπόρων σε ειδικά

διαμορφωμένα σπορεία. Ακολουθεί η μεταφύτευση των φυταρίων στους καπναγρούς. Η καλλιέργεια ολοκληρώνεται με την ωρίμανση των καπνόφυλλων, τη συλλογή, το αρμάθιασμα και την αποξήρανση των καπνοφύλλων.

Στην Ελλάδα έχουν προσαρμοσθεί και καλλιεργούνται διάφοροι τύποι καπνού. Από άποψη κλίματος ο καπνός ευδοκίμει σε θερμοκρασίες μεταξύ 15-35°C, είναι αρκετά ανθεκτικός στη ξηρασία, ενώ η ηλιοφάνεια επηρεάζει διαφορετικά την κάθε ποικιλία. Μεγάλες διαφορές μεταξύ των ποικιλιών εμφανίζονται σε σχέση με τις εδαφικές απαιτήσεις τους. Γενικά, για την καλλιέργεια του καπνού θα πρέπει να αποφεύγονται εδάφη αμμώδη (εκτός από τα καπνά τύπου Virginia) ή συνεκτικά, εδάφη αλατούχα, αλκαλιωμένα ή μη, και ιδιαίτερα εδάφη με περίσσεια χλωρίου (Τσοτσόλης, 1996). Ο καπνός είναι φυτό ευαίσθητο στην οξύτητα του εδάφους και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε ελαφρώς όξινα εδάφη με pH 5,5 και άνω (Μυλωνάς, 1995; Τσοτσόλης, 1996).

Από την πλευρά της λίπανσης, ο καπνός έχει ανάγκη κυρίως από τα τρία κύρια θρεπτικά στοιχεία, το άζωτο, τον φώσφορο και το κάλιο. Από αυτά, ο φώσφορος και το κάλιο προστίθενται στο έδαφος σε ποσότητες μεγαλύτερες από ότι το άζωτο (Τσοτσόλης, 1996).

Το χρήσιμο μέρος του καπνού είναι το καπνόφυλλο. Η μορφολογία του, κυρίως όμως η χημική του σύσταση έχουν άμεση σχέση με την ποιότητα του καπνού και είναι καθοριστικός ο ρόλος που παίζει η συλλογή του καπνόφυλλου στον κατάλληλο βαθμό ωρίμανσης. Ο όρος 'ωρίμανση' στην καπνοκαλλιέργεια αναφέρεται στο βαθμό ωρίμανσης των καπνοφύλλων προς συλλογή και εκφράζει τη φυσιολογική κατάσταση των φύλλων στην οποία πρέπει να συλλεχθούν, για να δώσουν το επιθυμητό προϊόν (Τσοτσόλης, 1996). Η διαδικασία της ωρίμανσης αρχίζει από τα φύλλα της βάσης, που είναι και παλαιότερα, και προχωρεί σταδιακά προς τα φύλλα της κορυφής.

Τα καπνόφυλλα συλλέγονται καθώς ωριμάζουν, από κάτω προς τα πάνω, τμηματικά σε ομάδες οι οποίες ονομάζονται 'χέρια' συλλογής. Ανάλογα με τον βαθμό ωρίμανσης κάθε ομάδας πρέπει να συλλέγονται 2-5 φύλλα και συνολικά 5-6 χέρια. Οι περισσότεροι παραγωγοί όμως των περιοχών που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία συλλέγουν τα καπνόφυλλα σε 3 ή το πολύ 4 χέρια.

Από τις 8 ομάδες ποικιλιών καπνού που προβλέπει ο Κανονισμός 2075/92 της Ε.Ε. (Βασιλειάδης, Γ., 1996), στην παρούσα εργασία μελετώνται τρεις από αυτές και

συγκεκριμένα η ομάδα I Virginia (θερμοαποξηραίνόμενα), η ομάδα II Burley (αεραποξηραίνόμενα), καθώς προβλέπεται από τις καθαυτό ομάδες, και από την ελληνική ομάδα VIII Κλασσικά Καμπά Κουλάκ τα, άλλως γνωστά σαν Ουδέτερα Ανατολικά καπνά Ελασσόνας (ηλιοαποξηραίνόμενα). Στη συνέχεια αναφέρονται τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε μιας από τις μελετούμενες ομάδες καπνού:

⇒ Τα καπνά **Virginia** (θερμοαποξηραίνόμενα) αντιπροσωπεύουν περίπου το 60% της παγκόσμιας παραγωγής καπνού και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τσιγάρων, ενώ στην Ελλάδα αντιπροσωπεύουν το 20% περίπου της παραγωγής (Λόλας, Π., 1996). Χαρακτηρίζονται από φυτά μεγαλόσωμα, παχύκορμα και παχύσωμα, σχήματος κωνικού. Έχουν 20-26 φύλλα μεγάλα, μήκους περίπου 55cm και άνω και πλάτους 25-30cm, με βάση στενή και άμισχη, περιφέρεια λεία ή πτυχωτή και κορυφή οξεία. Η ταξιανθία είναι ογκώδης, αραιή, εξέρχει από τα κορυφόφυλλα και έχει άνθη μεγάλα, επιμήκη και ροδόχροα. Ευδοκιμούν σε εδάφη αμμώδη, πηλοαμμώδη ή αμμοπηλώδη, που στραγγίζουν καλά και είναι μετρίας γονιμότητας και φτωχά σε οργανική ουσία και άζωτο (Σφήκας, 1988). Με κανονικές συνθήκες τα καπνόφυλλα αρχίζουν να ωριμάζουν περίπου 70 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, σε αναλογία 2-3 φύλλα ανά 10-12 ημέρες (5-6 'χέρια' συλλογής) και στη συνέχεια αποξηραίνονται σε ειδικά ξηραντήρια με τεχνητές, ειδικές συνθήκες υγρασίας, αερισμού και θερμοκρασίας.

⇒ Τα καπνά **Burley** (αεραποξηραίνόμενα) αντιπροσωπεύουν περίπου το 9% της παραγωγής της χώρας μας και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τσιγάρων (Γαλόπουλος, Α., 1996). Τα καπνά της ποικιλίας αυτής χαρακτηρίζονται από φυτά μεγαλόσωμα (ύψους 1,8-2m), παχύκορμα και παχύσωμα, σχήματος περίπου κωνικού. Έχουν 20-25 μεγάλα φύλλα, λογχοειδή, με μήκος που υπερβαίνει συχνά τα 50cm και πλάτους 20-30cm, με βάση άμισχη, μάλλον στενή, περιφέρει λεία ή πτυχωτή και οξεία κορυφή. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ποικιλίας είναι το λευκοκίτρινο χρώμα των νευρώσεων του φύλλου. Η ταξιανθία είναι μετρίου μεγέθους, αραιή, εξέρχει από τα φύλλα της κορυφής και έχει άνθη με κάλυκα λευκοκίτρινο και ρόδινη στεφάνη. Τα καπνά Burley καλλιεργούνται σε εδάφη γόνιμα, αρδευόμενα που στραγγίζουν καλά, πλούσια σε οργανική ουσία και άζωτο, συνεκτικά ιλυοπηλώδη ή αργιλλοαμμώδη, ενώ οι απαιτήσεις τους σε νερό και λίπανση είναι μεγάλες (Σφήκας, 1988). Τα καπνόφυλλα αρχίζουν να ωριμάζουν

περίπου 60-70 ημέρες μετά από τη μεταφύτευση, σε αναλογία 2-4 φύλλα ανά 10-12 ημέρες (4-5 'χέρια' συλλογής) και στη συνέχεια αποξηραίνονται στον αέρα υπό σκιά, σε ξηραντήρια ειδικής κατασκευής με ρυθμιζόμενα ανοίγματα, που παρέχουν τη δυνατότητα εξασφάλισης κατάλληλων συνθηκών υγρασίας και αερισμού.

⇒ Η ποικιλία καπνού **Ελασσόνας** (ηλιοαποξηραινόμενη) ανήκει στα Ανατολικού τύπου καπνά, τα οποία αποτελούν την παλαιότερη καπνοκαλλιέργεια στην Ελλάδα. Σήμερα, η ποικιλία Ελασσόνα και οι παρεμφερείς ποικιλίες αντιπροσωπεύουν το 15,4% περίπου της ελληνικής παραγωγής και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τσιγάρων (Lolas, P., 1996). Τα Ουδέτερα Ανατολικά καπνά **Ελασσόνας** είναι μια ποικιλία υψηλόσωμη, μετριόφυλλη, άμισχη και πυκνόφυλλη. Έχει όψιμη ωρίμανση και φύλλα ελλειπτικά, μέσου πλάτους, λεπτά, με περιφέρεια λεία, έλασμα πτυχωτό, κορυφή σχεδόν στρογγυλή, λεπτή κεντρική νεύρωση και λεπτό ιστό. Καλλιεργείται και αξιοποιεί καλύτερα εδάφη άγονα, μέσης έως ελαφριάς μηχανικής σύστασης, με μέτρια έως καλή γονιμότητα που βρίσκονται σε λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές (Σφήκας, 1988; Μυλωνάς, 1995). Η συλλογή των Ανατολικών καπνών αρχίζει συνήθως 45-55 ημέρες μετά τη μεταφύτευση και διαρκεί περίπου για 40-50 ημέρες (5-6 'χέρια' συλλογής). Στη συνέχεια τα καπνόφυλλα τοποθετούνται στον ήλιο για τη φάση της αποξηράνσης.

### *1.2.1. Απαιτήσεις του καπνού σε φώσφορο*

Ο P χρησιμεύει στο φυτό του καπνού για τη σύνθεση πρωτεϊνών, λεκιθίνων, υδατανθράκων και άλλων δομικών συστατικών του φυτού. Είναι ζωτικής σημασίας για το μεταβολισμό του φυτού, καθώς συνδέεται άμεσα με τις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης και της φωσφορυλίωσης, με τον κύκλο του Krebs και με τον μεταβολισμό του αζώτου. Χρησιμοποιείται σχεδόν πάντοτε στη λίπανση του καπνού ακόμα και σε εδάφη πλούσια σε P, επειδή πάντα βοηθά το ριζικό σύστημα και την ανάπτυξη των νεαρών φυτών. Με χαμηλές θερμοκρασίες μειώνεται η δυνατότητα πρόσληψης του P και επειδή πολύ συχνά χαμηλές θερμοκρασίες συμπίπτουν με τη νεαρή ηλικία των φυτών που συγχρόνως έχουν περιορισμένο ριζικό σύστημα, η χορήγηση P με τη βασική λίπανση, πριν τη μεταφύτευση, καθίσταται απαραίτητη (Σφήκας, 1988).



Ο Ρ προσλαμβάνεται σταθερά σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Είναι απαραίτητος, ιδιαίτερα κατά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης του καπνού αμέσως μετά τη μεταφύτευση γι' αυτό και είναι βασικό το να τοποθετείται το φωσφορικό λίπασμα κοντά στο ριζικό σύστημα, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Ρ εμφανίζονται στα φύλλα και συνήθως στα φύλλα της κορυφής (Nelson, L.E., 1980). Το συνολικό ποσό του Ρ που προσλαμβάνεται από τα φυτά του καπνού, σχετίζεται με την ικανότητα της ποικιλίας, η δε καμπύλη προσλήψεως του Ρ από το φυτό, με τον διαθέσιμο Ρ του εδάφους (Σφήκας, 1988).

Η έλλειψη Ρ προκαλεί επιβράδυνση της αναπτύξεως, ιδίως τον πρώτο μήνα από τη μεταφύτευση. Η άνθηση και η ωρίμανση των φυτών καθυστερεί, τα φύλλα γίνονται στενότερα και τα κατώτερα φύλλα μπορεί να παρουσιάσουν κηλίδες και μειώνεται η συνολική απόδοση της καλλιέργειας (Μυλωνάς, 1982). Το ξηρό προϊόν είναι σκούρο ή, λόγω κακής ωριμάνσεως, διατηρεί έντονη πράσινη απόχρωση και γενικά στερείται στιλπνότητας. Αντίθετα, ο κανονικός εφοδιασμός των φυτών με Ρ ευνοεί την δημιουργία πλούσιου ριζικού συστήματος, την φυσιολογική ωρίμανση των φύλλων και συνεπώς την βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας του ξηρού προϊόντος. Προβλήματα στην πρόσληψη του Ρ παρουσιάζονται σε εδάφη πολύ όξινα και πολύ αλκαλικά (Ντζανής, Η., 1995). Οι χαμηλές θερμοκρασίες γύρω από το ριζικό σύστημα αλλά και η έλλειψη της απαιτούμενης υγρασίας, μειώνουν την πρόσληψη άρα και την περιεκτικότητα των φύλλων καπνού σε Ρ (Nelson, L.E., 1980).

Για ένα σωστό πρόγραμμα λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ποικιλία και τα ιδιαίτερα εδαφικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής. Σε γενικές γραμμές, τα ανατολικά καπνά έχουν τις μικρότερες απαιτήσεις σε φώσφορο, ακολουθούν τα Virginia ενώ τα Burley έχουν τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε φωσφορική λίπανση (Τσοτσόλης, 1996). Πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα και αλλού έδειξαν ότι το κριτικό επίπεδο του Ρ κατά Olsen στον καπναγρό είναι 15-20ppm, οπότε σε εδάφη με αυτή ή με συγκέντρωση φωσφόρου από 20 έως 60ppm χρειάζονται από 4 έως 18 μονάδες  $P_2O_5$  (για τα καπνά Burley απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες) ως λίπανση για την παραγωγή καπνού πολύ καλής ποιότητας (Lolas et al., 1978; Λόλας, Π., 1991; Λόλας, Π., 1996).

Τα εδάφη που έχουν διαθέσιμο φώσφορο πάνω από 60ppm δεν χρειάζονται επιπλέον φωσφορική λίπανση διότι η μεγάλη περιεκτικότητα αυτών των εδαφών σε διαθέσιμο

φώσφορο ίσως δημιουργήσει προβλήματα στην πρόσληψη άλλων θρεπτικών στοιχείων, όπως π.χ. του μαγνησίου (Μυλωνάς, 1995). Μια γενική, συμβουλευτική λίπανση για τα καπνά Virginia, για τα Ανατολικά και για τα Burley αναφέρεται στους Πίνακες 1,2 και 3 που ακολουθούν:

**Πίνακας 1.** Συμβουλευτική λίπανση καπνών Virginia (Π. Λόλας, 1991)

Έδαφος	Λιπαντικές μονάδες (kg/στρέμμα)		
	Άζωτο N	Φώσφορος P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Κάλιο K <sub>2</sub> O
Φτωχό	5-7	10-14	21-24
Μέτριο	3-5	6-10	15-20
Γόνιμο	2-3	4-6	12-15

**Πίνακας 2.** Συμβουλευτική λίπανση Ανατολικών καπνών (Τσοτσόλης, 1994)

Έδαφος	Λιπαντικές μονάδες (kg/στρέμμα)		
	Άζωτο N	Φώσφορος P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Κάλιο K <sub>2</sub> O
Πολύ Φτωχό	4	6-8	8-10
Φτωχό	3	6-8	8-10
Μέσης γονιμότητας	2	6-8	8-10
Γόνιμο	1	6-8	8-10
Πολύ γόνιμο	0	6-8	8-10

**Πίνακας 3.** Συμβουλευτική λίπανση καπνών Burley

(Πειράματα: Β. Μυλωνάς, πηγή: Λόλας, Π., 1991 )

Έδαφος	Λιπαντικές μονάδες (kg/στρέμμα)		
	Άζωτο N	Φώσφορος P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Κάλιο K <sub>2</sub> O
I. Βασική λίπανση	10-12	20-35	20-25
II. Επιφανειακή λίπανση	8-12	-	-

Με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής μετράται η συγκέντρωση του P στα φύλλα του καπνού. Το κριτικό επίπεδο του P διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και τις εδαφικές παραμέτρους. Η περιεκτικότητα των ώριμων ξηρών φύλλων καπνού κυμαίνεται από 0,16 έως 0,3% σε ξηρά φύλλα καπνού, ενώ συμπτώματα έλλειψης P

έχουν παρατηρηθεί σε καπνά με περιεκτικότητα 0,13% P σε ξηρά φύλλα (Nelson, L.E., 1980; Μυλωνάς, 1982).

Για τα Ελληνικά δεδομένα, η περιεκτικότητα επί τοις % του ξηρού καπνού σε φώσφορο κυμαίνεται στα όρια 0,2-0,4% για τα Ουδέτερα Ανατολικά καπνά Ελασσόνας, στα όρια 0,2-0,4% για τα καπνά Burley και στα όρια 0,2-0,3% για τα καπνά Virginia (Λόλας, Π., 1991).

Για τη σωστή φωσφορική λίπανση της καλλιέργειας του καπνού σε μια περιοχή, θα πρέπει να συνεκτιμούνται τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής σε συνδυασμό με τον διαθέσιμο P του εδάφους.

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 2.1. Εδαφικά δείγματα

##### 2.1.1. Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε εδάφη της Θεσσαλίας στα οποία καλλιεργείται ο καπνός. Από τα 2.525 στρέμματα με καπνό στο Ν. Καρδίτσας, ελήφθησαν 146 εδαφικά δείγματα και συγκεκριμένα από τα χωριά Αγ. Παρασκευή, Άμπελος, Ανάβρα, Ασημοχώρι, Γελάνθη, Δασοχώρι, Ζαΐμη, Καλλιφώνι, Καρποχώρι, Λεοντάρι, Μαυρομάτι, Μελλισοχώρι, Μητρόπολη, Μύρινη και Φράγκο. Από τα 774 στρέμματα καπνοκαλλιέργειας στο Ν. Τρικάλων, ελήφθησαν 93 εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Πλάτανος, Ρίζωμα, Αρδάνι, Γριζάνιο, Βασιλική, Θεόπετρα και Παλαιόπυργος. Τέλος, από τα 1.535 στρέμματα με καπνό, στο Ν. Λαρίσης (κυρίως περιοχή Ελασσόνας) ελήφθησαν 169 εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Αργυροπούλι, Ροδιά, Βαλανίδα, Γαλανόβρυση, Δολίχι, Δρυμός, Καλλιθέα, Μεσοχώρι, Ολυμπιάδα, Πραιτώρι, Πύθιο, Στεφανόβουνο, Συκέα και Τσαριτσάνη.

Τα δείγματα ελήφθησαν από χαρακτηριστικές, εδαφικές μονάδες της κάθε περιοχής, σύμφωνα με τους λεπτομερείς (1:20.000) εδαφολογικούς χάρτες του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (IXTEL), σε αριθμό αντίστοιχο με το μέγεθος (στρέμματα) της μονάδας. Ένας εδαφολογικός χάρτης είναι ένας ειδικός χάρτης στον οποίο μπορούν να απεικονίζονται εδαφοσειρές, οι οποίες περιλαμβάνουν ομάδες εδαφών με βασικές ομοιότητες, ή χαρτογραφικές εδαφικές μονάδες, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις κυριότερες εδαφικές ιδιότητες μιας περιοχής. Οι εδαφολογικοί χάρτες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την κλίμακα και το βαθμό λεπτομέρειάς τους. Υπάρχουν χάρτες πολύ εντατικοί, σε κλίμακα 1:5.000-1:15.000 που χρησιμοποιούνται κυρίως για πειραματισμό, χάρτες λεπτομερείς, σε κλίμακα 1:12.000-1:30.000 που χρησιμοποιούνται για γενικό γεωργικό σχεδιασμό και ημιλεπτομερείς



(1:20.000-1:63.000), εκτατικοί (1:60.000-1:250.000) και πολύ εκτατικοί (1:250.000-1:1.000.000) που χρησιμοποιούνται για γενικές πληροφορίες χρήσεων γης και περιφερειακό σχεδιασμό (USDA, 1993; Dent and Young, 1993). Οι χάρτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα σωστό πρόγραμμα λίπανσης αλλά και για την παρακολούθηση των επιπέδων ενός θρεπτικού στοιχείου σε μια συγκεκριμένη περιοχή, είναι οι λεπτομερείς εδαφολογικοί χάρτες. Στην Ελλάδα, το σύστημα που χρησιμοποιείται για τη χαρτογράφηση των πεδινών περιοχών, χρησιμοποιεί ως χαρτογραφική μονάδα όχι την εδαφοσειρά, όπως σε πολλές άλλες χώρες του εξωτερικού, αλλά ένα συνδυασμό εδαφικών ιδιοτήτων με μεγάλη πρακτική σημασία. Οι χαρτογραφικές μονάδες που απεικονίζονται στο χάρτη είναι περιοχές περικλειόμενες από συγκεκριμένα όρια και απεικονίζονται με σύμβολα που περιγράφουν τις βασικές ιδιότητες των εδαφών της περιοχής, τα οποία ταξινομούνται με συγκεκριμένα συστήματα ταξινόμησης, όπως το σύστημα Soil Taxonomy (USDA, 1975), το σύστημα F.A.O./UNESCO (F.A.O., 1976) ή διάφορα εθνικά συστήματα.

Οι χαρτογραφικές μονάδες απεικονίζονται με ορισμένα σύμβολα, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της μονάδας. Στο σύστημα χαρτογράφησης που χρησιμοποιείται στις πεδινές εκτάσεις της χώρας μας, ο συμβολισμός των χαρτογραφικών μονάδων γίνεται με το ακόλουθο γενικό συνδυασμό συμβόλων, ο οποίος αντιστοιχεί σε εδαφικές φάσεις, σε υποδιαιρέσεις δηλαδή της εδαφοσειράς:

$$\Sigma \frac{K\Sigma 1, K\Sigma 2, K\Sigma 3}{K, \Delta, A, EI} T, Y, MO, YΠ$$

όπου,

Σ: Υδρομορφία του εδάφους

KΣ1: Κοκκομετρική σύσταση του τμήματος της εδαφοτομής 25-75cm

KΣ2: Κοκκομετρική σύσταση του τμήματος της εδαφοτομής 75-150cm

KΣ3: Κοκκομετρική σύσταση του τμήματος της εδαφοτομής 0-25cm

T: Εδαφική τάξη, Y: Υποτάξη, MO: Μεγάλη Ομάδα, YΠ: Υποομάδα,

K: Κλίση, Δ: Βαθμός Διάβρωσης, A: Ανθρακικό Ασβέστιο, EI: Ειδικές Ιδιότητες (αλατότητα, αλκαλίωση, αδιαπέρατοι ορίζοντες, κ.α.).

Όλες αυτές οι παράμετροι λαμβάνουν διάφορες τιμές (π.χ. 0,1, 2, 3, κ.α.) και σύμβολα (π.χ. A, A\*, B, I, E, κ.α) τα οποία επεξηγούνται σε ειδικά εγχειρίδια και

αντιστοιχούν σε διάφορες εδαφικές ιδιότητες (USDA, 1975; F.A.O., 1976). Επίσης, όσα εδάφη χαρακτηρίζονται από το ίδιο χαρτογραφικό σύμπλοκο, έχουν ίδιες ή παραπλήσιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά και πιθανόν συμπεριφέρονται με το ίδιο τρόπο ώστε να μπορούν να περιγραφούν και να συμπεριφερθούν σαν ένα έδαφος (Soil Survey Staff, 1993).

Στο Ν. Καρδίτσας, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 52 δείγματα από τη μονάδα B333/A00/Axh, 24 δείγματα από τη μονάδα C434/A01/Axh, 15 δείγματα από τη μονάδα B434/A00/Axh, 11 δείγματα από τη μονάδα C434/A00/Axh, 7 δείγματα από την C233/A00/Axh, 6 δείγματα από την C435/A01/Vxch, 5 δείγματα από την A233/A00/Axh, 4 δείγματα από την B233/A00/Iox, 4 από την B334/A00/Axh, 4 από την C334/A02/Ioxf, 2 από την C434/A11/Axh, 2 από την A3\*3\*4\*/A00/Eoxt και από 1 δείγμα από τις μονάδες A002\*/A02/Efx, A213/A03/Efx, A233/A01/Efx, B113/A01/Efx, B233/A01/Efx, B323/A00/Ioxf, B333/A01/Loxf, B334/A02/Lox, C434/A01/Ioxf και C332/A03/Efx.

Στο Ν. Τρικάλων, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 40 δείγματα από τη μονάδα B334/A03/Efx, 10 δείγματα από τη μονάδα A112/A00/Efx, 7 δείγματα από την A203/A01/Iox, 6 δείγματα από την A324/B13/Eox, 5 δείγματα από την C434/A03/Efx, 5 δείγματα από την A334/Γ23/Eox, 4 δείγματα από την A324/Γ23/Eox, 4 δείγματα από την A224/A01/Efx, 2 από την A122/A02/Efx, 2 από την C435/A03/Efx, 1 από την C435/A02/Lox και 7 δείγματα προέρχονται από περιοχές που δεν έχουν ακόμα χαρτογραφηθεί.

Στο Ν. Λάρισας, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: 13 δείγματα από την μονάδα C333/A00/Efx, 8 δείγματα από την B223/B22/Eox, 8 δείγματα από την B112/A00/Efx, 7 δείγματα από την C433/B20/Iox, 7 δείγματα από την B112/A01/Iox, 7 δείγματα από την A112/B10/Efx, 6 δείγματα από την C435/B20/Eox, 6 δείγματα από την B3\*3\*4\*/A02/Iox, 6 δείγματα από την A113/B11/Efx, 6 δείγματα από την A2\*03\*/A03/Efx, 6 δείγματα από την A223/A01/Ioxf, 5 δείγματα από την C435/A00/Efx, 4 δείγματα από την B233/A02/Efx, 4 δείγματα από την C433/A03/Ioxf, 3 δείγματα από την B314/B11/Eox, 2 από την B403/B20/Iox, 2 από την B212/A01/Efx, 2 από την A323/A00/Efx, 2 από την A323/A01/Ioxf, 2 από την A334/B23/Eox, από 1 δείγμα από τις μονάδες A212/A10/Efx, A223/B10/Iox, B223/A02/Efx, B323/A01/Iox, B323/A12/Iox,

B323/B01/Iox, B333/A01/Axhc, C223/A03/Efx, C223/Γ20/Eox, C323/A01/Iox, C334/A10/Axh, και 52 δείγματα ελήφθησαν από περιοχές που δεν έχουν ακόμα χαρτογραφηθεί.

Τα δείγματα εδάφους ελήφθησαν από βάθος 0-30cm επειδή το ριζικό σύστημα του καπνού, αλλά και των περισσότερων εντατικών καλλιεργειών, αναπτύσσεται στο βάθος αυτό, αλλά επίσης, επειδή ο διαθέσιμος εδαφικός φώσφορος συγκεντρώνεται στην επιφάνεια του εδάφους (Κεφ. 1). Τα εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου αεροξηράνθηκαν (2 – 4 ημέρες) και πέρασαν από κόσκινα 2mm. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν για την περαιτέρω διατήρησή τους, σε ειδικά χάρτινα κουτιά).

Στη συνέχεια, στα εδαφικά δείγματα προσδιορίστηκαν η τιμή του pH και ο διαθέσιμος P. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν τυχαιοποιημένες αναλύσεις προσδιορισμού του ποσοστού  $\text{CaCO}_3$  στο έδαφος (με ασβεστόμετρο Bernard), από τις οποίες προέκυψε ταύτιση κατά 90% των αποτελεσμάτων με το αντίστοιχο σύμβολο ποσοστού  $\text{CaCO}_3$  που εμφανίζεται στη χαρτογραφική μονάδα.

### **2.1.2. Προσδιορισμός του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου**

Ο διαθέσιμος φώσφορος προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του Olsen (Murphy, J., Riley J.P., 1962; Watanable F.S., Olsen, S.R., 1965; Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982). Η μέθοδος επιλέχθηκε καθώς είναι μια από τις 3 πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους (Bingham, 1962; Jones, 1973). Δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα σε ένα μεγάλο εύρος εδαφών, όπως ασβεστούχα, αλκαλικά, ουδέτερα και όξινα εδάφη (Farina and Channon, 1979; Smyth and Sanchez, 1982) και συσχετίζεται ικανοποιητικά με την πρόσληψη του P από τα φυτά (Moser et al., 1959; Holford, 1997).

Σε ασβεστούχα, αλκαλικά και ουδέτερα εδάφη, που περιέχουν Ca-φωσφορικά σύμπλοκα, το εκχυλιστικό μειώνει τη συγκέντρωση του Ca στο διάλυμα με την πρόκληση καθίζησης του Ca με τη μορφή  $\text{CaCO}_3$  και έτσι, η συγκέντρωση του P στο διάλυμα αυξάνεται.

Σε όξινα εδάφη που περιέχουν ενώσεις του P με οξείδια του σιδήρου και του αργιλίου, όπως βαρισκίτη και στρενγκίτη, η συγκέντρωση του P στο διάλυμα αυξάνεται καθώς το pH ανυψώνεται (Lindsay and Moreno, 1960). Καθώς η συγκέντρωση του αργιλίου, του σιδήρου και του ασβεστίου στο εκχυλιστικό παραμένει χαμηλή, δεν

συμβαίνουν σε μεγάλο βαθμό δευτερεύουσες αντιδράσεις καθίζησης μεταξύ του φωσφόρου και των παραπάνω στοιχείων.

Ο φώσφορος εκχυλίζεται από το έδαφος με 0,5M NaHCO<sub>3</sub> σε σχεδόν σταθερό pH 8,5. Η πορεία προσδιορισμού του διαθέσιμου P ακολουθεί δύο φάσεις, πρώτον την εκχύλιση με διάλυμα 0,5M NaHCO<sub>3</sub> και μετά τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του P στο εκχύλισμα. Οι εργαστηριακές αναλύσεις για τον διαθέσιμο P πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

### **Αντιδραστήρια και όργανα**

#### *α) Εκχύλιση:*

- i. Διάλυμα NaOH, 1mol/L: 40(±0,4)gr NaOH διαλύονται σε 800mL αποσταγμένου νερού και συμπληρώνεται μέχρι 1000mL. Φυλάγεται σε μπουκάλι από πολυαιθυλένιο.
- ii. Διάλυμα NaHCO<sub>3</sub>: 42(±0,1)gr NaHCO<sub>3</sub> διαλύονται σε 800mL αποσταγμένου νερού και συμπληρώνεται μέχρις όγκου 1000mL. Το pH ρυθμίζεται στο 8,5 (±0,02) με το διάλυμα NaOH (αυτό το αντιδραστήριο παρασκευάζεται πριν από τη χρήση).

*β) Ανάπτυξη χρώματος:* Το μολυβδαινικό-φωσφορικό σύμπλοκο δημιουργείται πάνω σε μήτρα θεικού οξέος και ανάγεται με ασκορβικό οξύ. Σε φασματοφωτόμετρο μετράται η απορρόφηση, σε μήκος κύματος 840-888nm. Το χρώμα είναι σταθερό από 10min έως 24h μετά από τη δημιουργία του.

- i. 5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 141mL π. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% προστίθενται σε 800mL αποσταγμένου νερού και το διάλυμα μετά από ψύξη, συμπληρώνεται μέχρις όγκου 1000mL.
- ii. Αντιδραστήριο A: 12g (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O διαλύονται σε 250mL αποσταγμένο νερό (θέρμανση) και 0,2908gr KSbO<sub>3</sub>·C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> σε 100mL αποσταγμένο νερό. Τα παραπάνω διαλύματα μεταφέρονται σε ογκομετρική φιάλη των 2000mL που περιέχει 1000mL διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N, αναμιγνύονται καλά και προστίθεται νερό μέχρις όγκου 2000mL. Το διάλυμα διατηρείται σε σκοτεινό και ψυχρό μέρος.
- iii. Αντιδραστήριο B: 0,528gr ασκορβικό οξύ (L(+)-Ascorbic acid) διαλύονται σε 100mL από το αντιδραστήριο A (διατηρείται μόνο για 24 h).
- iv. Δείκτης p-νιτροφαινόλη: Σε 100mL αποσταγμένο νερό διαλύονται 0,25gr p-νιτροφαινόλη.

γ) *Πρότυπη καμπύλη:*

- i. Stock διάλυμα P (1mgP/mL): Ζυγίζονται 1,099gr  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (105°C, 1h), διαλύονται σε 250mL αποσταγμένο νερό και στη συνέχεια προστίθεται 2mL πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- ii. Πρότυπο διάλυμα I (100μgP/mL): Παρασκευάζεται με αραίωση 10mL από το Stock διάλυμα (1mgP/mL) μέχρις όγκου 100mL.
- iii. Πρότυπο διάλυμα II (1μgP/mL): Παρασκευάζεται με αραίωση 10mL από το Πρότυπο διάλυμα I (100μgP/mL) μέχρις όγκου 1000mL.

δ) *Όργανα:*

- i. Η ανακίνηση των δειγμάτων έγινε με μηχανικό ανακινήτηρα στις 105 στροφές/λεπτό, σε θερμοκρασία  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- ii. Το φασματοφωτόμετρο είναι τύπου Shimadzu UV-120-01, για το οποίο το μέγιστο της απορρόφησης προσδιορίστηκε στα 870nm.

**Εκχύλιση**

- i. Ζυγίζονται  $5,0 \pm 0,01\text{gr}$  αεροξηραθέντος εδάφους (2mm κόσκινο) σε κωνική φιάλη των 250mL.
- ii. Προστίθενται  $100 \pm 0,5\text{mL}$  εκχυλιστικού διαλύματος  $\text{NaHCO}_3$  ( $\text{pH}=8,5$ ), η φιάλη πωματίζεται και τοποθετείται προς ανακίνηση για 30min στους  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- iii. Το εκχύλισμα διηθείται αμέσως με ηθμό Whatman nr40 σε πλαστικές φιάλες. Παρασκευάζεται και ένα τυφλό διάλυμα, χωρίς την προσθήκη χρώματος.

**Ανάπτυξη χρώματος - Πρότυπη καμπύλη**

- i. Λαμβάνεται δείγμα 10mL από το τυφλό διάλυμα στο οποίο προστίθενται 5 σταγόνες από το 0,25% p-νιτροφαινόλη. Προσδιορίζεται το pH στη συνέχεια ρυθμίζεται στην τιμή 5 (αποχρωματισμός) με την προσθήκη 5N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- ii. Σε ογκομετρικές φιάλες των 50mL μεταφέρονται 10mL από το εδαφικό εκχύλισμα και προστίθεται ποσότητα 5N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ίση με αυτή που χρησιμοποιήθηκε για τον αποχρωματισμό του τυφλού διαλύματος και αποσταγμένο νερό μέχρι όγκου ~40mL.
- iii. Ταυτόχρονα, σε 6 ογκομετρικές φιάλες των 50mL τοποθετούνται 10mL από το τυφλό διάλυμα και η ίδια ποσότητα 5N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , όπως παραπάνω. Επίσης, σε κάθε φιάλη τοποθετούνται αντίστοιχα 0, 5, 10, 15, 20 και 30mL από το Πρότυπο διάλυμα II (1μg/mL). Έτσι, δημιουργήθηκαν πρότυπα διαλύματα που έχουν συγκέντρωση 0ppm, 0,1ppm, 0,2ppm, 0,3ppm, 0,4ppm και 0,6ppm P, αντίστοιχα.



- iv. Σε κάθε φιάλη προστίθενται 8mL από το αντιδραστήριο B και αποσταγμένο νερό μέχρι όγκου 50mL. Το διάλυμα πωματίζεται και ανακινείται.
- v. Μετά από 1h, μετράται η απορρόφηση στα 840-880nm, με κυψελίδα 1cm. Πρώτα μετράται η απορρόφηση των 6 πρότυπων διαλυμάτων για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης: το όργανο μηδενίζεται με το τυφλό πρότυπο (0mL πρότυπου διαλύματος P) και στη συνέχεια μετριούνται τα υπόλοιπα 5 με τη σειρά περιεκτικότητας σε πρότυπο διάλυμα P. Στη συνέχεια ακολουθεί η μέτρηση της απορρόφησης στα εδαφικά εκχυλίσματα.
- vi. Κατασκευάζεται η πρότυπη καμπύλη με την περιεκτικότητα σε P των 6 πρότυπων διαλυμάτων στον άξονα των X και την αντίστοιχη απορρόφηση στον άξονα των Y. Με βάση την εξίσωση που προκύπτει οι τιμές της απορρόφησης των εδαφικών εκχυλισμάτων μετατρέπονται στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις διαθέσιμου P. Παράδειγμα πρότυπης καμπύλης και μετατροπών παρατίθεται στο Παράρτημα (Παράδειγμα 1).

### **2.1.3. Προσδιορισμός της οξύτητας του εδάφους**

Το pH του εδάφους προσδιορίστηκε σε εδαφικό πολτό 1:1 (w/v), έδαφος-νερό, μετά από ανακίνηση 15min (Rowell, 1994; Μήτσιος, 1999), με τη χρήση ηλεκτρονικού πεχαμέτρου το οποίο συνοδεύεται από ηλεκτρόδιο υάλου και ενσωματωμένο θερμομέτρο. Τα δεδομένα εκφράζονται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

## **2.2. Δείγματα καπνού**

### **2.2.1. Δειγματοληψία καπνοφύλλων**

Τα δείγματα εδάφους ελήφθησαν από εδάφη στα οποία καλλιεργείται καπνός. Σε 217 από αυτά τα εδάφη ελήφθησαν και δείγματα φύλλων καπνού, σε τρία ή τέσσερα 'χέρια' συλλογής, ανάλογα με την καλλιεργούμενη ποικιλία. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι καπνά τύπου Virginia, καπνά τύπου Burley και καπνά Ανατολικού τύπου (Ουδέτερα), ποικιλία Ελασσόνας. Τα δείγματα συλλέχθηκαν και αποξηράνθηκαν σε ειδικά ξηραντήρια, ανάλογα με την κάθε ποικιλία.

Από την περιοχή Ν. Καρδίτσας ελήφθησαν 78 δείγματα από το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 78 δείγματα από το 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 78 δείγματα από το 3<sup>ο</sup> χέρι συλλογής και 44 δείγματα από το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής. Από αυτά, 43 'ομάδες' δειγμάτων (1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup>

χέρι από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας) αντιστοιχούν σε καπνά Virginia, 24 σε καπνά Burley και 11 σε καπνά Ελασσόνας.

Από την περιοχή του Ν. Τρικάλων ελήφθησαν 40 δείγματα από το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 40 δείγματα από το 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 40 δείγματα από το 3<sup>ο</sup> χέρι συλλογής και 29 δείγματα από το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής. Από αυτά, 12 'ομάδες' δειγμάτων (1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> χέρι από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας) αντιστοιχούν σε καπνά Virginia και 28 σε καπνά Ελασσόνας.

Από την περιοχή του Ν. Λάρισας ελήφθησαν 99 δείγματα από το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 99 δείγματα από το 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 99 δείγματα από το 3<sup>ο</sup> χέρι συλλογής και 79 δείγματα από το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής. Από αυτά, 92 'ομάδες' δειγμάτων (1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> χέρι από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας) αντιστοιχούν σε καπνά Ελασσόνας και 7 σε καπνά Virginia.

#### **2.2.2. Προσδιορισμός του φωσφόρου στα φύλλα - Φυλλοδιαγνωστική**

Η φυλλοδιαγνωστική είναι η μέθοδος με την οποία προσδιορίζεται η περιεκτικότητα των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Μέσω της φυλλοδιαγνωστικής αποκτούνται πολύτιμες πληροφορίες γύρω από τη θρεπτική κατάσταση στην οποία βρίσκεται ένα φυτό. Έτσι, σε συνδυασμό και με τις αναλύσεις του εδάφους, δημιουργείται μια πλήρης εικόνα του συστήματος έδαφος-φυτό μιας συγκεκριμένης περιοχής.

Η μέθοδος της φυλλοδιαγνωστικής περιλαμβάνει τις φάσεις της δειγματοληψίας των φυτικών δειγμάτων, της προετοιμασίας των φυτικών δειγμάτων για ανάλυση και της ανάλυσης των φυτικών δειγμάτων για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων διαφόρων θρεπτικών στοιχείων.

Κατά τη φάση της προετοιμασίας των δειγμάτων για ανάλυση, τα φυτικά δείγματα κατ'αρχήν πλένονται με 0,1N HCl μαζί με 0,1% υποκατάστατο σαπουνιού και ξεπλένονται καλά με απιονισμένο νερό για να απομακρυνθούν η σκόνη και τυχόν υπολείμματα γεωργικών σκευασμάτων. Στη συνέχεια, αφού στεγνώσουν και τοποθετηθούν σε χάρτινες σακούλες, ξηραίνονται στο πυριαντήριο, σε ρεύμα αέρα, στους 75°C για 24-48 ώρες. Ακολουθεί η άλεση των δειγμάτων με ειδικούς μύλους (ο χώρος της άλεσης πρέπει να είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο υλικό) και το κοσκίνισμα της φυτικής ύλης με πλαστικά κόσκινα.

Μετά την προετοιμασία, τα δείγματα είναι έτοιμα για ανάλυση. Το πρώτο μέρος της ανάλυσης περιλαμβάνει την καταστροφή της οργανικής ουσίας του φυτικού δείγματος ώστε να μετατραπεί σε διαλυτή μορφή. Αυτό μπορεί να γίνει με τη μέθοδο της υγρής ή της ξηρής καύσης με τη βοήθεια διαφόρων αντιδραστηρίων.

Οι αναλύσεις για τον ολικό φώσφορο στα φύλλα καπνού που ελήφθησαν από τις προαναφερόμενες περιοχές δειγματοληψίας, πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο τύπου Shimadzu UV-120-01, για το οποίο το μέγιστο της απορρόφησης προσδιορίστηκε στα 870nm. Η διαδικασία εκχύλισης των φυτικών δειγμάτων και προσδιορισμού του P, περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια.

#### **Εκχύλιση - Πέψη φυτικών δειγμάτων**

Χρησιμοποιείται η μέθοδος της ξηρής καύσης (Dry Ashing Procedure) (Jones, J.B., Case, V.W., 1990). Στην Ελλάδα, για τον προσδιορισμό του ολικού P χρησιμοποιείται κυρίως η μέθοδος του HCl που είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό των στοιχείων P, K, Ca, Mg, P, Zn και Cu. Η ανάγκη όμως για μια διαδικασία που να είναι εφαρμόσιμη στο προσδιορισμό των παραπάνω, αλλά και άλλων στοιχείων, όπως Cd, Pb, Fe και Mn, οδήγησε στη χρήση μιας διαφορετικής διαδικασίας εκχύλισης που να είναι κατάλληλη για τον προσδιορισμό όλων των παραπάνω στοιχείων. Έτσι, τα φυτικά εκχυλίσματα παρασκευάστηκαν (προσωπική επικοινωνία με την υποψήφια διδάκτορα Ε. Γκόλια) με τη χρήση διαλύματος Aqua Regia και ταυτόχρονη ήπια θέρμανση (Jones, J.B., Case, V.W., 1990). Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της κλασικής (με HCl) και της χρησιμοποιούμενης μεθόδου (με Aqua Regia+θέρμανση), όσον αφορά τον προσδιορισμό του ολικού P, και βρέθηκε σημαντική συσχέτιση ( $r^2=0,867$ ) μεταξύ των δύο μεθόδων (Παράρτημα I, Σχήμα 1). Διαπιστώνεται ότι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη αυτή εκχυλίζει μεγαλύτερες ποσότητες P από την κλασσική μέθοδο.

- i. Σε κάψες από πορσελάνη ζυγίζεται 1g από το αλεσμένο δείγμα.
- ii. Οι κάψες τοποθετούνται για 24h στο φούρνο στους 475°C. Όταν συμπληρωθεί ο χρόνος καύσης των δειγμάτων (λευκή τέφρα), οι κάψες απομακρύνονται από το φούρνο και αφήνονται για να κρυώσουν σε θερμοκρασία δωματίου.
- iii. Οι κάψες μεταφέρονται σε απαγωγό και τοποθετούνται σε αμμόλουτρο ή σε εστίες ήπιας θέρμανσης. Σε κάθε κάψα προστίθενται 7,5mL π.HCl και 2,5mL π.HNO<sub>3</sub>



και αφήνονται προς θέρμανση μέχρι ξηρού. Στη συνέχεια προστίθενται επιπλέον 2,5mL π.HCl και οι κάψες αφήνονται ξανά προς θέρμανση μέχρι ξηρού. Τέλος, προστίθενται 2,5mL HNO<sub>3</sub> (1+1) [500mL π.HNO<sub>3</sub> σε ογκομετρική του 1L και αραιώση μέχρι όγκου].

- iv. Ακολουθεί διήθηση του εκχυλίσματος με ηθμό Whatman nr40, σε ογκομετρικές φιάλες των 25mL. Το διάλυμα συμπληρώνεται μέχρι όγκου με HNO<sub>3</sub> 10% [100mL π.HNO<sub>3</sub> σε ογκομετρική του 1L και αραιώση μέχρι όγκου].

### **Προσδιορισμός ολικού P**

Ακολουθείται η διαδικασία ανάπτυξης χρώματος και η δημιουργία πρότυπης καμπύλης, που χρησιμοποιήθηκε για τα εδαφικά δείγματα, με τις παρακάτω αναγκαίες τροποποιήσεις:

- i. Η ανάπτυξη του χρώματος για τα φυτικά δείγματα γίνεται σε ογκομετρικές φιάλες των 25mL, χρησιμοποιώντας 5mL από το φυτικό εκχύλισμα μετά από τις απαραίτητες αραιώσεις και 4mL από το αντιδραστήριο B. Οι αραιώσεις είναι αναγκαίες για να είναι εφαρμόσιμη η φωσφορο-μολυβδαινική μέθοδος, που έχει συγκεκριμένο εύρος μέτρησης. Έτσι, 1mL από το αρχικό φυτικό εκχύλισμα μεταφέρεται σε ογκομετρική των 25mL και αραιώνεται μέχρι όγκου. Από το αραιωμένο φυτικό εκχύλισμα λαμβάνονται 5mL και χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του χρώματος και τον προσδιορισμό του ολικού P.
- ii. Το τυφλό δείγμα δημιουργείται από τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται για την εκχύλιση των φυτικών δειγμάτων.
- iii. Η ρύθμιση του pH στην τιμή 5, για τα φυτικά δείγματα και για τα πρότυπα διαλύματα, γίνεται με διάλυμα NaOH 0,3M.

Παράδειγμα πρότυπης καμπύλης και μετατροπών παρατίθεται στο Παράρτημα (Παράδ. 2).

## **2.3. Ψηφιακοί Θεματικοί χάρτες**

### **2.3.1. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα**

Με τη βοήθεια ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (ΓΠΣ), είναι πλέον δυνατό όλες αυτές οι πληροφορίες που αφορούν τα ιδιαίτερα εδαφικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής να μετατραπούν σε ψηφιακά δεδομένα και να αποθηκευτούν σε ηλεκτρονική μορφή. Ένα γεωγραφικό, εδαφικό πληροφοριακό σύστημα (Land

Information System) (Burrough, 1986, Davidson, 1992) είναι ένα σύστημα εργαλείων-προγραμμάτων το οποίο επιτρέπει τη συλλογή, αποθήκευση, ενημέρωση και διαχείριση γεωγραφικών εδαφικών δεδομένων, καθώς επίσης και ένα σύστημα αξιολόγησης. Είναι ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο επιστημονικό αντικείμενο, το οποίο βρίσκεται στην τομή πολλών επιστημών όπως της Πληροφορικής, της Τοπογραφίας, της Γεωγραφίας, της Τηλεπισκόπησης, της Γεωστατιστικής, της Εδαφολογίας και πολλών ακόμα συναφών και όχι επιστημών.

Τα στοιχεία ενός ΓΠΣ είναι ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής (κεντρική μονάδα, τερματικό, οθόνη, ψηφιοποιητής, σαρωτής, οδηγοί), τα Λειτουργικά Συστήματα (είσοδος δεδομένων, ανάλυση δορυφορικών δεδομένων, βάση δεδομένων με αποθήκευση, επεξεργασία, μετασχηματισμό και έξοδο δεδομένων) και το Σύστημα οργάνωσης. Οι λειτουργίες ενός ΓΠΣ είναι η εισαγωγή, αποθήκευση, ενημέρωση, διόρθωση, επεξεργασία και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων. Επίσης, μπορούν να αποθηκεύουν δεδομένα σε διάφορα επίπεδα τα οποία στη συνέχεια μπορούν να συνδεθούν και να παράγουν νέες πληροφορίες και να δέχονται δεδομένα διανυσματικά (Vector) και πλεγματικά (Ruster) και να τα μετασχηματίζουν (Θεοχαρόπουλος, 1999; Πετράκης, 1998).

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των ΓΠΣ είναι ότι διαχειρίζονται μεγάλο όγκο πληροφοριών, εύκολα και φθηνά, με δυνατότητα ενημέρωσης των δεδομένων στο χώρο και στο χρόνο. Ειδικότερα, σχεδιάζουν μονοθεματικούς και πολυθεματικούς χάρτες, εξειδικευμένους χάρτες, δημιουργούν τρισδιάστατα μοντέλα επιφάνειας, διευκολύνουν τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, δέχονται και παράγουν δεδομένα σε ψηφιακή μορφή, διευκολύνουν τη χρήση γεωστατιστικών μοντέλων τρισδιάστατης πρόβλεψης και επίσης, επιτρέπουν την άμεση μελέτη διαφόρων σεναρίων χρήσης γης καθώς και τον πειραματισμό στη παρουσίαση των δεδομένων (Burrough, 1986; Θεοχαρόπουλος, 1999; Πετράκης, 1998).

Στα πλαίσια των απαιτήσεων μιας εδαφολογικής μελέτης, με τη χρήση ενός ΓΠΣ για την καταγραφή των δεδομένων και των αποτελεσμάτων προκύπτουν διάφορες πληροφορίες, όπως π.χ. οι τιμές μιας συγκεκριμένης ιδιότητας του εδάφους για ένα ή περισσότερα σημεία μιας περιοχής, η έκταση που καταλαμβάνει μια χαρτογραφική εδαφολογική μονάδα, ο συνδυασμός των θρεπτικών στοιχείων μιας περιοχής σε σχέση με τις καλλιέργειες που μπορούν να καλλιεργηθούν σε αυτή, η πιθανότητα ρύπανσης

από κάποιο στοιχείο, ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους και πάρα πολλοί ακόμα συνδυασμοί ερωτήσεων και απαντήσεων ανάλογα με τις ανάγκες των ερευνητών.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν είναι πολλά. Μερικά από αυτά, εκτός από την διευκόλυνση στην αποθήκευση και τη συντήρηση του χάρτη, είναι η εύκολη τροποποίηση του ψηφιοποιημένου πλέον εδαφολογικού χάρτη ανάλογα με τις χωρικές και τις χρονικές αλλαγές που συμβαίνουν στο δυναμικό σύστημα έδαφος-περιβάλλον-ανθρώπινες δραστηριότητες, καθώς και η δυνατότητα σύνδεσης του χάρτη με διάφορες βάσεις δεδομένων, σε συνδυασμό με τις οποίες μπορούν να προκύψουν νέα δεδομένα για την χαρτογραφημένη περιοχή. Επίσης, διευκολύνεται ο πειραματισμός και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων της εδαφολογικής μελέτης.

### **2.3.2. Θεματικοί χάρτες**

Από έναν γενικό εδαφολογικό χάρτη μιας περιοχής, μπορεί να προκύψουν διάφοροι ψηφιακοί, μονο- ή πολύ-θεματικοί χάρτες, χάρτες δηλαδή που απεικονίζουν τη χωρική και χρονική συμπεριφορά ενός εδαφικού χαρακτηριστικού, όπως είναι, στη προκειμένη περίπτωση, το pH, το ανθρακικό ασβέστιο και η περιεκτικότητα του εδάφους σε διαθέσιμο φώσφορο. Με εκτεταμένες δειγματοληψίες εδαφικών δειγμάτων στις υπό μελέτη εδαφολογικές μονάδες και μετά από τις εργαστηριακές αναλύσεις, προσδιορίζεται η χωρική κατανομή της ιδιότητας ή η περιεκτικότητα και η χωρική κατανομή του θρεπτικού στοιχείου. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να ανανεώνονται και να συμπληρώνονται διαχρονικά με νέες δειγματοληψίες. Έτσι, αποκομίζονται πολύ χρήσιμες πληροφορίες για τα επίπεδα ενός θρεπτικού στοιχείου στο έδαφος ή για την εξέλιξη μιας ιδιότητας, που μπορούν να καθοδηγήσουν ένα σωστό πρόγραμμα λίπανσης και να εντοπιστούν πιθανές εστίες τοξικότητας προς τα φυτά ή ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Για τη σύνταξη ενός εύχρηστου και περιεκτικού θεματικού χάρτη, είναι απαραίτητη η ταξινόμηση των αποτελεσμάτων των εδαφικών αναλύσεων σύμφωνα με δείκτες διαθεσιμότητας του θρεπτικού στοιχείου ή δείκτες χαρακτηρισμού ανάλογα με την εδαφική ιδιότητα. Τα αποτελέσματα ταξινομούνται και στη συνέχεια συνδυάζονται με τις θέσεις δειγματοληψίας πάνω στο χάρτη. Έτσι, δημιουργούνται υποπεριοχές μέσα στην εδαφολογική μονάδα που χαρακτηρίζονται με τον ίδιο δείκτη διαθεσιμότητας του θρεπτικού στοιχείου ή με τον ίδιο δείκτη χαρακτηρισμού της ιδιότητας. Είναι φανερό

επίσης, ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη δειγματοληψία και κατά την αξιολόγηση των αναλύσεων των εδαφικών δειγμάτων.

Για την δημιουργία των 3 πιλοτικών, μονοθεματικών χαρτών στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε ως τοπογραφικό υπόβαθρο φύλλο 18 του λεπτομερούς (1:20.000) εδαφολογικού χάρτη του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης Εδαφών Λάρισας. Για την ψηφιοποίηση του χάρτη χρησιμοποιήθηκε το Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα PC ARC/INFO 3.5.2, ενώ για την παρουσίαση των θεματικών χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Arc View.

Για την στατιστική ανάλυση και για την τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων, χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο SPSS και το πρόγραμμα Ms Excel.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1. Εδαφικά δείγματα

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τον προσδιορισμό του διαθέσιμου P και του pH του εδάφους, παρουσιάζονται αναλυτικά στους Πίνακες 1, 2 και 3, ενώ οι βασικότερες ιδιότητες των εδαφικών δειγμάτων παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι (Πίνακες 1, 2 και 3). Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων, προκύπτουν τα παρακάτω:

##### *Περιεκτικότητα εδαφών σε $\text{CaCO}_3$*

Τα εδάφη ταξινομούνται ανάλογα με το ποσοστό και το βάθος στο οποίο βρίσκεται το  $\text{CaCO}_3$ . Η παρουσία ή η έλλειψη του  $\text{CaCO}_3$  στους εδαφικούς ορίζοντες, ελέγχεται από την ύπαρξη ή μη, αντίστοιχα, αντίδρασης του εδαφικού δείγματος σε αραιό HCl. Η ταξινόμηση γίνεται ως εξής (Soil Survey Staff, 1975):

- 1) Εδάφη με δείκτη 0 δεν παρουσιάζουν αντίδραση.
- 2) Εδάφη με δείκτη 1 παρουσιάζουν αντίδραση στους εδαφικούς ορίζοντες B και C της εδαφοτομής.
- 3) Εδάφη με δείκτη 2 παρουσιάζουν ασθενή αντίδραση στους εδαφικούς ορίζοντες B και C της εδαφοτομής και στον εδαφικό ορίζοντα A της εδαφοτομής.
- 4) Εδάφη με δείκτη 3 παρουσιάζουν ισχυρή αντίδραση στον εδαφικό ορίζοντα A της εδαφοτομής.

Οι αναλύσεις των δειγμάτων επιβεβαίωσαν το χαρτογραφικό σύμβολο των εδαφολογικών μονάδων των περιοχών δειγματοληψίας.

Στην περιοχή της Καρδίτσας, σε 2.525 στρέμματα εδαφών καλλιεργούμενων με καπνό, το 66% των εδαφών έχουν δείκτη  $\text{CaCO}_3$  0, το 32% των εδαφών έχουν δείκτη 1, το 1% των εδαφών έχουν δείκτη 2 και το 1% των εδαφών έχουν δείκτη 3.



Πίνακας 1. Συγκέντρωση P και τιμή pH κατά εδαφική μονάδα στο Ν. Καρδίτσα

Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.	Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.
<b>001 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ</b>				<b>013 ΓΕΛΑΝΘΗ</b>			
001/128	C334/A02/Ioxf	7,31	32,77	013/110	B334/A02/Iox	5,91	50,67
001/129	B333/A00/Axh	6,90	31,59	013/111	A213/A03/Efx	7,60	22,85
001/130	B333/A00/Axh	7,37	64,76	013/112	A233/A00/Axh	5,89	6,18
001/131	B333/A00/Axh	7,59	43,01	013/113	C332/A03/Efx	5,72	22,04
001/132	B333/A00/Axh	5,97	44,67	<b>016 ΔΑΣΟΧΩΡΙ</b>			
001/133	C334/A02/Ioxf	7,21	38,67	016/61	C434/A01/Axh	5,62	29,92
001/134	C334/A02/Ioxf	6,37	27,06	016/62	C334/A00/Axh	7,49	27,03
001/135	B333/A00/Axh	6,75	50,76	016/63	C434/A01/Axh	7,22	26,64
001/136	B333/A00/Axh	5,53	21,27	016/64	C434/A01/Axh	6,80	33,99
001/137	C434/A01/Axh	6,75	50,40	016/65	C434/A11/Axh	6,17	34,12
001/138	B333/A00/Axh	7,39	34,15	016/66	C434/A11/Axh	7,35	26,50
001/139	C434/A00/Axh	7,82	26,16	<b>017 ΖΑΙΜΙ</b>			
001/140	C434/A00/Axh	6,17	40,31	017/89	B333/A00/Axh	6,27	33,24
001/141	B333/A00/Axh	6,71	32,47	017/90	B333/A00/Axh	7,06	38,58
<b>007 ΑΜΠΕΛΟΣ</b>				017/91	B333/A00/Axh	4,85	36,98
007/31	C434/A00/Axh	7,02	22,05	017/92	B333/A00/Axh	5,23	18,69
007/32	C434/A00/Axh	6,48	46,98	017/93	B333/A00/Axh	5,71	20,69
007/33	C233/A00/Axh	7,00	19,34	017/94	B333/A00/Axh	5,43	21,89
007/34	C233/A00/Axh	7,68	32,24	<b>019 ΚΑΛΛΙΦΩΝΙ</b>			
007/35	C233/A00/Axh	7,03	57,51	019/95	C434/A01/Axh	5,26	35,64
007/36	B333/A00/Axh	7,10	37,67	019/96	B233/A00/Iox	5,50	18,16
007/37	B333/A00/Axh	6,93	19,34	019/97	B333/A00/Axh	4,75	58,20
007/38	C434/A00/Axh	5,72	24,76	019/98	B333/A00/Axh	5,96	26,16
007/39	C434/A00/Axh	6,24	58,21	019/99	B333/A00/Axh	5,70	19,22
007/40	B333/A00/Axh	4,90	12,64	019/100	B333/A00/Axh	6,70	22,84
007/41	C434/A01/Axh	4,80	24,02	019/101	C434/A01/Axh	5,00	13,31
007/42	C434/A01/Axh	4,40	24,48	019/102	B333/A00/Axh	5,92	18,27
007/43	C434/A01/Axh	6,64	25,40	019/103	B233/A00/Iox	4,95	47,66
007/44	C434/A01/Axh	6,30	29,92	019/104	B333/A00/Axh	4,76	23,88
007/45	C434/A00/Axh	6,35	28,29	019/105	B233/A00/Iox	5,71	93,84
007/46	C233/A00/Axh	6,11	25,40	<b>025 ΚΑΡΠΟΧΩΡΙ</b>			
007/47	C434/A00/Axh	6,54	27,34	025/1	C434/A01/Axh	7,21	20,61
007/48	C434/A00/Axh	6,95	11,86	025/2	C434/A01/Axh	6,89	14,93
007/49	C434/A00/Axh	6,90	48,14	025/3	C434/A01/Axh	6,45	50,05
007/50	C233/A00/Axh	7,70	40,49	025/4	C434/A01/Axh	6,90	20,54
007/51	C233/A00/Axh	6,65	56,35	025/5	C434/A01/Axh	6,22	20,02
007/52	C434/A01/Axh	6,35	30,30	025/6	B333/A00/Axh	6,32	30,12
007/53	C434/A00/Axh	6,67	47,71	025/7	B333/A00/Axh	6,33	30,38
007/54	C434/A01/Axh	5,62	49,77	025/8	B333/A00/Axh	6,35	37,67
007/55	C434/A01/Axh	6,52	24,63	025/9	B333/A00/Axh	6,38	22,99
007/56	C434/A01/Axh	5,02	25,92	025/10	B333/A00/Axh	7,41	38,18
007/57	C434/A01/Axh	5,70	20,87	025/11	B333/A00/Axh	7,02	46,37
007/58	C233/A00/Axh	6,86	42,81	025/12	B333/A00/Axh	7,23	41,74
<b>008 ΑΝΑΒΡΑ</b>				025/13	B333/A00/Axh	7,46	25,63
008/67	B434/A00/Axh	6,88	34,25	025/14	C434/A01/Axh	6,81	18,50
008/68	A3*3*4*/A00/Eoxl	6,92	-	025/15	C434/A01/Axh	6,56	18,23
008/69	A3*3*4*/A00/Eoxl	7,20	29,27	025/16	B333/A00/Axh	6,62	34,21
<b>011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ</b>				025/17	B333/A00/Axh	5,72	30,33
011/87	B434/A00/Axh	7,00	10,81	025/18	B333/A00/Axh	6,31	18,49
011/88	B434/A00/Axh	7,95	8,68	025/19	B333/A00/Axh	6,35	84,05
011/88α	C435/A01/Vxch	7,90	16,69	025/20	B333/A00/Axh	8,04	27,61

Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.	Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.
025/21	B333/A00/Axh	6,44	26,55	041/144	B323/A00/Ioxf	5,02	23,83
025/22	B333/A00/Axh	4,50	23,12	041/145	B113/A01/Efx	6,45	10,62
025/23	B333/A00/Axh	4,96	49,91		053 ΦΡΑΓΚΟ		
025/24	B333/A00/Axh	5,70	33,95	053/114	B334/A00/Axh	4,74	29,82
025/25	B333/A00/Axh	7,12	23,87	053/115	B223/A00/Ioxf	5,21	28,22
025/26	B333/A00/Axh	6,28	16,73				
025/27	B333/A00/Axh	6,50	26,38				
025/28	B333/A00/Axh	6,11	17,44				
025/29	B333/A00/Axh	5,98	19,45				
025/30	B333/A00/Axh	6,10	30,52				
029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ							
029/70	B434/A00/Axh	6,17	23,10				
029/71	B434/A00/Axh	6,40	27,43				
029/72	B434/A00/Axh	6,75	32,00				
029/73	B434/A00/Axh	6,22	11,68				
029/74	B434/A00/Axh	6,62	30,45				
029/75	B434/A00/Axh	6,65	10,68				
029/76	B434/A00/Axh	6,63	30,71				
029/77	B434/A00/Axh	6,10	20,56				
029/78	B434/A00/Axh	7,41	35,91				
029/79	C435/A01/Vxch	7,25	27,56				
029/80	C435/A01/Vxch	7,02	38,08				
029/81	C435/A01/Vxch	7,34	36,41				
029/82	C435/A01/Vxch	6,48	44,23				
029/83	C435/A01/Vxch	7,61	32,44				
029/84	B434/A00/Axh	7,52	35,38				
029/85	B434/A00/Axh	7,05	10,00				
029/86	B434/A00/Axh	6,90	23,76				
037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ							
037/106	A233/A00/Axh	6,28	24,93				
037/107	A233/A00/Axh	5,20	39,15				
037/108	A233/A00/Axh	5,84	14,62				
037/109	A233/A00/Axh	5,74	25,32				
039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ							
039/59	C434/A01/Ioxf	6,63	31,23				
039/60	C434/A01/Axh	6,60	28,48				
040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ							
040/116	B333/A00/Axh	6,55	21,50				
040/117	B333/A00/Axh	4,80	35,08				
040/118	A002*/A02/Efx	7,08	12,90				
040/119	B233/A01/Efx	5,53	17,20				
040/120	B333/A00/Axh	4,95	46,23				
040/121	B333/A00/Axh	4,69	20,16				
040/122	A233/A01/Efx	6,54	15,99				
040/123	B333/A00/Axh	5,87	53,08				
040/124	B333/A00/Axh	4,58	29,43				
040/125	B334/A00/Axh	5,23	35,88				
040/126	B334/A00/Axh	6,05	34,54				
040/127	B334/A00/Axh	5,22	35,34				
041 ΜΥΡΙΝΗ							
041/142	C434/A01/Axh	5,77	6,62				
041/143	B333/A01/Ioxf	5,30	19,61				

**Πίνακας 2. Συγκέντρωση Ρ και τιμή pH κατά εδαφική μονάδα στο Ν. Λάρισα**

Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P,μg/g εδ.	Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P,μg/g εδ.
<b>07 ΒΕΛΑΝΙΔΑ</b>				015/44	B223/B22/Eox	6,05	10,23
007/1	Μη χαρτ/σα περιοχή	8,25	10,40	015/45	B314/B11/Eox	5,13	25,24
007/2	»	8,14	12,10	015/46	B223/B22/Eox	7,68	33,94
007/3	»	8,14	20,80	015/47	B223/B22/Eox	6,90	27,29
007/4	»	8,00	12,48	015/48	B223/B22/Eox	5,98	13,47
007/5	»	8,04	18,15	015/49	B223/B22/Eox	6,14	21,15
007/6	»	-	7,56	015/50	B223/B22/Eox	5,90	9,55
007/7	»	8,12	18,91	015/51	B223/B22/Eox	6,61	13,38
007/8	»	8,05	14,75	015/52	C223/Γ20/Eox	6,70	19,14
007/9	»	7,82	5,99	<b>018 ΚΑΛΙΘΕΑ</b>			
007/10	»	8,30	8,50	018/53	C435/A00/Efx	5,08	17,44
007/11	»	8,10	4,79	018/54	C435/A00/Efx	6,71	13,38
007/12	»	-	12,33	018/55	C435/A00/Efx	5,01	17,78
007/13	»	-	2,27	018/56	C435/A00/Efx	5,11	17,44
007/14	»	8,16	15,70	018/57	C435/A00/Efx	5,58	23,20
007/15	»	8,23	12,29	018/58	B403/B20/Iox	6,90	10,16
007/16	»	7,85	10,97	018/59	C433/B20/Iox	6,80	9,48
007/17	»	8,10	-	018/60	C433/B20/Iox	5,39	22,35
007/18	»	8,00	30,64	018/61	C435/B20/Eox	5,19	19,45
007/18α	»	7,60	7,94	018/62	C435/B20/Eox	5,74	23,49
007/18β	»	7,67	0,38	018/63	C435/B20/Eox	5,80	35,05
007/18γ	»	7,96	24,21	018/64	C435/B20/Eox	5,74	47,16
<b>010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ</b>				018/65	C435/B20/Eox	5,38	16,15
010/19	C333/A00/Efx	8,42	33,16	018/66	C435/B20/Eox	5,93	23,67
010/20	C333/A00/Efx	8,12	18,20	018/67	B403/B20/Iox	5,23	15,41
010/21	C333/A00/Efx	5,08	9,10	018/68	C433/B20/Iox	6,60	17,06
010/22	C333/A00/Efx	7,03	19,15	018/69	C433/B20/Iox	5,90	20,73
010/23	C333/A00/Efx	6,26	17,36	018/70	C433/B20/Iox	4,80	26,61
010/24	C333/A00/Efx	6,23	15,56	018/71	C433/B20/Iox	6,53	34,07
010/25	C333/A00/Efx	6,90	10,18	018/72	C433/B20/Iox	6,70	12,52
010/26	C333/A00/Efx	6,66	17,48	<b>031 ΜΕΣΟΧΩΡΙ</b>			
010/27	C333/A00/Efx	6,20	25,02	031/73	Μη χαρτ/σα περιοχή	8,04	12,17
010/28	C333/A00/Efx	6,58	16,04	031/74	»	8,10	6,08
010/29	C333/A00/Efx	6,98	24,28	031/75	»	8,28	10,07
010/30	C333/A00/Efx	6,61	18,42	031/76	»	8,15	11,96
010/31	C333/A00/Efx	6,61	18,09	031/77	»	8,17	19,60
<b>013 ΔΟΛΙΧΙ</b>				031/78	»	7,29	15,30
013/32	B233/A02/Efx	6,78	18,76	031/79	»	6,53	10,43
013/33	B233/A02/Efx	7,09	14,91	031/80	»	7,36	6,78
013/34	B233/A02/Efx	6,66	14,57	031/81	»	5,46	32,68
013/35	B3*3*4*/A02/Iox	7,51	10,89	031/82	»	7,02	38,38
013/36	B3*3*4*/A02/Iox	7,77	12,73	031/83	A334/B23/Eox	7,64	44,35
013/37	B3*3*4*/A02/Iox	7,30	9,55	031/84	A334/B23/Eox	7,80	11,00
013/38	B3*3*4*/A02/Iox	7,28	18,59	<b>034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ</b>			
013/39	B3*3*4*/A02/Iox	7,08	20,43	034/85	Μη χαρτ/σα περιοχή	4,79	26,50
013/40	B3*3*4*/A02/Iox	6,65	37,18	034/86	»	6,32	4,69
013/40α	B233/A02/Efx	7,70	21,60	034/87	»	5,94	18,57
<b>015 ΔΡΥΜΟΣ</b>				034/88	»	6,54	11,90
015/41	B314/B11/Eox	6,72	15,74	034/89	»	6,30	19,65
015/42	B223/B22/Eox	6,18	22,78	034/90	»	5,70	37,68
015/43	B314/B11/Eox	5,77	17,56	034/91	»	6,15	28,50



Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.	Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.
034/92	Μη χαρτ/σα περιοχή	5,35	22,70	045/126	A112/B10/Efx	5,50	20,50
034/93	»	5,65	30,40	045/127	A113/B11/Efx	5,88	18,50
034/94	»	5,75	12,10	045/128	A113/B11/Efx	6,45	21,30
034/95	»	6,29	14,10	045/129	A113/B11/Efx	6,02	10,7
034/96	»	5,16	24,90	045/130	A113/B11/Efx	6,12	9,4
<b>037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ</b>				045/131	A113/B11/Efx	5,80	12,5
037/143	»	7,13	24,1	045/132	A113/B11/Efx	6,24	8,2
037/144	»	5,91	20,2	045/133	B112/A00/Efx	6,23	14,0
037/145	»	6,46	34,9	045/134	B112/A00/Efx	5,31	23,0
037/146	»	7,12	49,0	045/135	B112/A00/Efx	6,38	11,4
037/147	»	5,65	58,5	045/136	B112/A00/Efx	6,90	16,9
037/148	»	5,95	58,5	045/137	B112/A00/Efx	5,75	10,7
037/149	»	6,30	-	045/138	B112/A00/Efx	6,29	9,4
<b>038 ΠΥΘΙΟ</b>				045/139	B112/A00/Efx	6,60	10,4
038/150	A2*03*/A03/Efx	7,60	-	045/140	B112/A00/Efx	5,24	15,6
038/151	A2*03*/A03/Efx	6,63	18,4	045/141	B212/A01/Efx	5,17	16,9
038/152	A2*03*/A03/Efx	8,11	12,5	045/142	B212/A01/Efx	5,84	8,6
038/153	A2*03*/A03/Efx	8,00	12,5	<b>003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ</b>			
038/154	A2*03*/A03/Efx	7,92	16,1	003/1	A323/A00/Efx	7,19	47,02
038/154α	A2*03*/A03/Efx	7,90	24,3	003/2	A323/A00/Efx	6,85	32,66
<b>042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ</b>				003/3	B323/A01/lox	7,79	22,95
042/97	C334/A10/Axh	7,39	16,90	003/4	B323/B01/lox	7,37	28,55
042/98	B112/A01/lox	7,82	21,90	003/5	B323/A12/lox	5,53	25,56
042/99	B112/A01/lox	8,02	20,10	003/6	A223/B10/lox	4,74	47,90
042/100	C323/A01/lox	7,17	18,50	<b>019 ΡΟΔΙΑ</b>			
042/101	B112/A01/lox	8,30	22,70	019/7	A212/A10/Efx	5,83	24,07
042/102	B112/A01/lox	7,65	22,00	019/8	C223/A03/Efx	7,96	8,02
042/103	B112/A01/lox	7,60	15,30	019/9	B333/A01/Axhc	5,11	75,57
042/104	B112/A01/lox	7,51	19,10	019/10	B223/A02/Efx	6,30	21,46
042/105	B112/A01/lox	7,74	18,70				
042/106	C433/A03/loxf	8,26	20,20				
042/107	C433/A03/loxf	8,12	25,60				
042/108	C433/A03/loxf	6,76	23,10				
042/109	C433/A03/loxf	8,14	25,30				
<b>043 ΣΥΚΕΑ</b>							
043/110	A223/A01/loxf	8,10	6,70				
043/111	A223/A01/loxf	7,93	9,10				
043/112	A223/A01/loxf	7,99	8,90				
043/113	A223/A01/loxf	8,13	9,10				
043/114	A223/A01/loxf	6,83	4,20				
043/115	A223/A01/loxf	6,75	8,10				
043/116	A323/A01/loxf	6,92	5,20				
043/117	A323/A01/loxf	7,17	7,30				
043/118	Μη χαρτ/σα περιοχή	5,60	42,20				
043/119	Μη χαρτ/σα περιοχή	4,65	43,80				
<b>045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ</b>							
045/120	A112/B10/Efx	7,36	12,80				
045/121	A112/B10/Efx	7,37	14,00				
045/122	A112/B10/Efx	5,76	20,80				
045/123	A112/B10/Efx	6,40	16,70				
045/124	A112/B10/Efx	6,28	16,60				
045/125	A112/B10/Efx	5,54	27,40				

**Πίνακας 3. Συγκέντρωση Ρ και τιμή pH κατά εδαφική μονάδα Ν. Τρικάλων**

Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.	Κωδ.	Εδαφ. μονάδα	p H, 1:1	P, μg/g εδ.
<b>031 ΠΛΑΤΑΝΟΣ</b>				<b>05 ΑΡΔΑΝΙ</b>			
031/30	B334/A03/Efx	6,75	51,33	005/49	A334/Γ23/Eox	8,09	13,55
031/31	B334/A03/Efx	8,31	7,14	005/50	A334/Γ23/Eox	7,90	18,07
031/32	B334/A03/Efx	7,90	19,27	005/51	A334/Γ23/Eox	7,95	14,88
031/33	B334/A03/Efx	8,05	16,61	005/52	C434/A03/Efx	6,92	15,94
031/34	B334/A03/Efx	8,05	10,80	005/53	A334/Γ23/Eox	7,97	10,63
031/35	B334/A03/Efx	7,38	19,27	005/54	A334/Γ23/Eox	8,04	17,85
031/36	B334/A03/Efx	7,55	31,23	<b>015 ΓΡΙΖΑΝΙΟ</b>			
031/37	B334/A03/Efx	8,30	21,59	015/67	A112/A00/Efx	6,95	23,19
031/38	B334/A03/Efx	8,09	-	015/68	A112/A00/Efx	7,78	12,76
031/39	A224/A01/Efx	8,02	12,79	015/69	A112/A00/Efx	6,55	35,95
031/40	A224/A01/Efx	8,04	15,96	015/70	A112/A00/Efx	6,75	21,34
031/41	A224/A01/Efx	8,15	16,57	015/71	A112/A00/Efx	7,02	40,58
031/42	A224/A01/Efx	7,97	19,28	015/72	A112/A00/Efx	7,84	10,90
031/43	B334/A03/Efx	8,05	11,45	015/73	A112/A00/Efx	8,03	33,40
031/44	B334/A03/Efx	8,10	12,95	015/74	A112/A00/Efx	7,17	23,19
031/45	B334/A03/Efx	8,23	15,96	015/75	A112/A00/Efx	7,50	23,19
031/46	B334/A03/Efx	8,10	10,24	015/76	A112/A00/Efx	8,28	30,61
031/47	B334/A03/Efx	8,08	9,04	<b>010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ</b>			
031/48	B334/A03/Efx	7,90	29,22	010/77	A203/A01/Lox	6,01	48,47
031/48a	B334/A03/Efx	8,17	10,24	010/78	A203/A01/Lox	5,88	26,90
<b>029 ΡΙΖΩΜΑ</b>				010/79	A203/A01/Lox	6,79	14,15
029/1	C434/A03/Efx	7,95	18,28	010/80	A203/A01/Lox	7,85	45,92
029/2	B334/A03/Efx	8,12	10,75	010/81	A203/A01/Lox	6,79	28,84
029/3	B334/A03/Efx	7,84	9,54	010/82	A203/A01/Lox	7,76	-
029/4	B334/A03/Efx	7,94	13,04	010/83	A203/A01/Lox	7,80	-
029/5	B334/A03/Efx	7,97	9,41	010/84	A122/A02/Efx	7,70	21,57
029/6	B334/A03/Efx	7,99	9,00	010/85	A122/A02/Efx	6,25	28,46
029/7	B334/A03/Efx	8,01	23,25	<b>017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ</b>			
029/8	B334/A03/Efx	8,09	17,07	017/86	Μη χαρτ σα περιοχή	7,73	18,38
029/9	B334/A03/Efx	7,16	34,54	017/87	»	7,86	20,42
029/10	B334/A03/Efx	8,02	18,41	017/88	»	7,50	24,63
029/11	B334/A03/Efx	7,90	18,14	017/89	»	7,90	33,06
029/12	B334/A03/Efx	7,95	22,44	017/90	»	7,80	26,16
029/13	B334/A03/Efx	8,01	11,42	017/91	»	7,78	39,06
029/14	B334/A03/Efx	7,89	16,13	017/92	»	7,90	29,48
029/15	B334/A03/Efx	7,53	5,24	<b>034 ΠΑΛΑΙΟΥΡΓΟΣ</b>			
029/16	B334/A03/Efx	7,77	15,72	034/55	C435/A03/Efx	8,28	8,93
029/17	B334/A03/Efx	8,15	16,26	034/56	C435/A03/Efx	8,07	19,55
029/18	B334/A03/Efx	8,02	16,93	034/57	A324/B13/Eox	8,10	29,97
029/19	B334/A03/Efx	7,57	27,37	034/58	A324/B13/Eox	8,14	24,65
029/20	B334/A03/Efx	7,92	14,57	034/59	A324/B13/Eox	7,71	28,69
029/21	B334/A03/Efx	8,06	14,84	034/60	A324/B13/Eox	8,09	15,73
029/22	B334/A03/Efx	8,01	40,17	034/61	A324/B13/Eox	8,02	33,79
029/23	B334/A03/Efx	7,91	19,34	034/62	A324/B13/Eox	8,21	14,45
029/24	B334/A03/Efx	7,67	8,17	034/63	A324/Γ23/Eox	8,04	25,50
029/25	C435/A02/Lox	7,90	16,28	034/64	A324/Γ23/Eox	7,86	32,31
029/26	C434/A03/Efx	8,00	25,75	034/65	A324/Γ23/Eox	7,66	39,96
029/27	C434/A03/Efx	7,89	40,86	034/66	A324/Γ23/Eox	7,46	28,99
029/28	C434/A03/Efx	7,73	32,89				
029/29	B334/A03/Efx	7,58	-				

Στην περιοχή της Λάρισας (Ελασσόνα), σε σύνολο 1.535 στρεμμάτων, το 47% των εδαφών έχουν δείκτη  $\text{CaCO}_3$  0, το 26% των εδαφών έχουν δείκτη 1, το 17% των εδαφών έχουν δείκτη 2 και το 10% των εδαφών έχουν δείκτη 3.

Στην περιοχή των Τρικάλων, σε σύνολο 774 στρεμμάτων, το 12% των εδαφών έχουν δείκτη  $\text{CaCO}_3$  0, το 13% των εδαφών έχουν δείκτη 1, το 3% των εδαφών έχουν δείκτη 2 και το 72% των εδαφών έχουν δείκτη 3.

#### *pH του εδάφους*

Τα εδάφη κατατάσσονται με βάση την τιμή του εδαφικού pH (MAFF, 1988; Μήτσιος, 2000) σε:

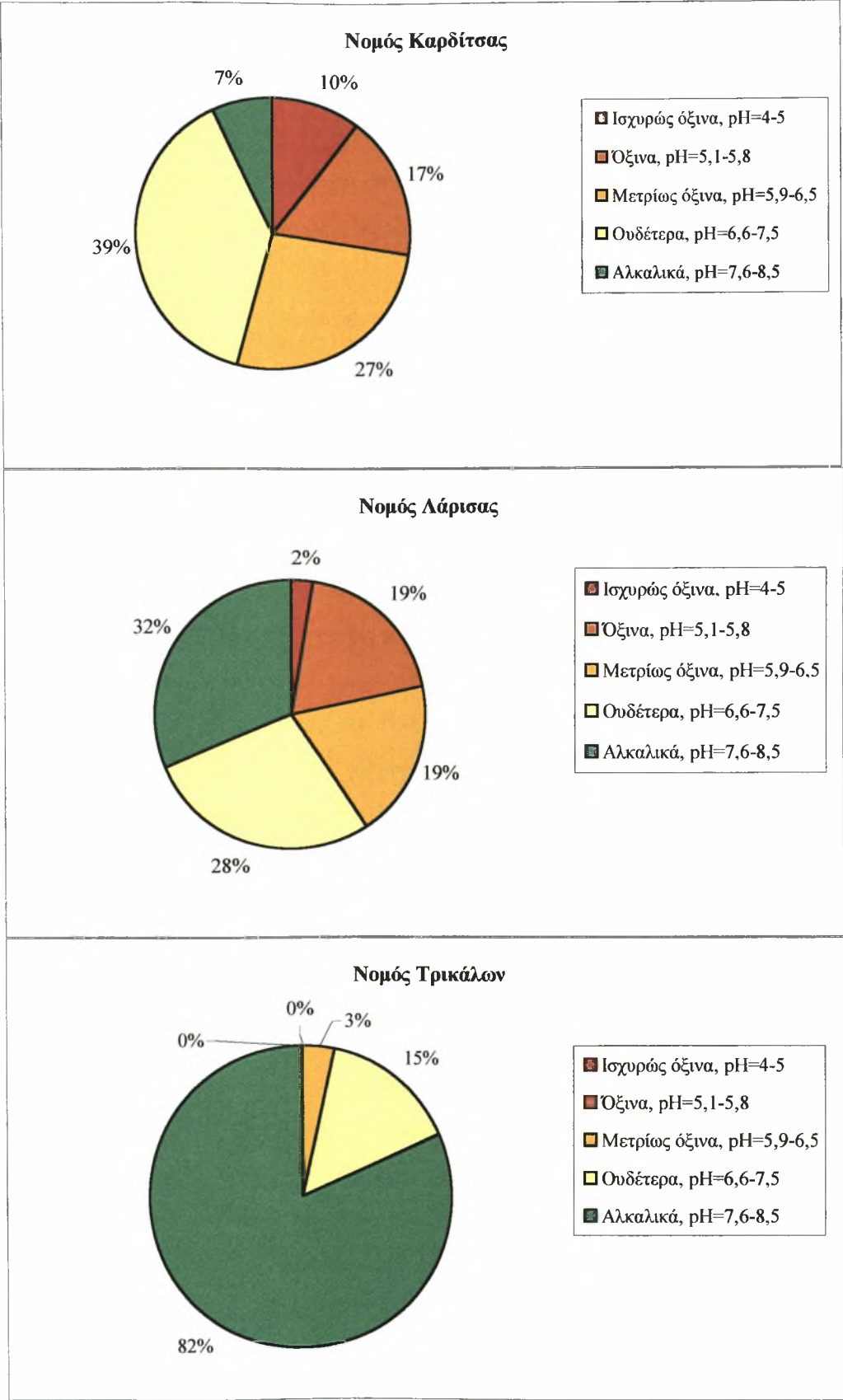
- 1) Ισχυρώς όξινα με pH από 4 έως 5.
- 2) Όξινα με pH από 5,1 έως 5,8.
- 3) Μετρίως όξινα με pH από 5,9 έως 6,5.
- 4) Ουδέτερα με pH από 6,6 έως 7,5.
- 5) Αλκαλικά με pH από 7,6 έως 8,5.
- 6) Αλκαλιωμένα με pH >8,6.

Στην περιοχή της Καρδίτσας, σε σύνολο 2.525 στρεμμάτων (146 δείγματα), το 10% των εδαφών είναι ισχυρώς όξινα, το 17% των εδαφών είναι όξινα, το 27% των εδαφών είναι μετρίως όξινα, το 39% των εδαφών είναι ουδέτερα και το 7% των εδαφών είναι αλκαλικά.

Στην περιοχή της Λάρισας (Ελασσόνα), σε σύνολο 1.535 στρεμμάτων (169 δείγματα), το 2% των εδαφών είναι ισχυρώς όξινα, το 19% των εδαφών είναι όξινα, το 19% των εδαφών είναι μετρίως όξινα, το 28% των εδαφών είναι ουδέτερα και το 32% των εδαφών είναι αλκαλικά.

Στην περιοχή των Τρικάλων, σε σύνολο 774 στρεμμάτων, (93 δείγματα), το 3% των εδαφών είναι μετρίως όξινα, το 15% των εδαφών είναι ουδέτερα και το 82% των εδαφών είναι αλκαλικά.

Η κατανομή του εδαφικού pH, στις υπό μελέτη περιοχές, απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



**Σχήμα 1.** Κατανομή pH στις υπό μελέτη περιοχές



Διαθέσιμος P

Για την καλύτερη ερμηνεία και μελλοντική χρήση των αποτελεσμάτων, τα εδάφη ταξινομήθηκαν ανάλογα με τη συγκέντρωση του διαθέσιμου P. Η ταξινόμηση των εδαφών έγινε με βάση τους δείκτες διαθεσιμότητας εδαφικού φωσφόρου (MAFF, 1988; Μήτσιος, 2000), οι οποίοι περιλαμβάνουν τις εξής 6 κατηγορίες:

Δείκτες διαθέσιμου φωσφόρου (0,5M NaHCO <sub>3</sub> , pH=8.5)		
Δείκτης	mg/kg εδάφους	kg/στρ*
0	0-9	0-2,3
1	10-15	2,4-3,8
2	16-25	3,9-6,3
3	26-45	6,4-11,3
4	46-70	11,3-17,5
5	71-100	17,5-25

\*Η φαινομενική πυκνότητα του εδάφους στα εδάφη αυτά είναι περίπου 1,25gr/cm<sup>3</sup> εδάφους, οπότε το στρέμμα σε βάθος 20cm έχει μάζα 250t.

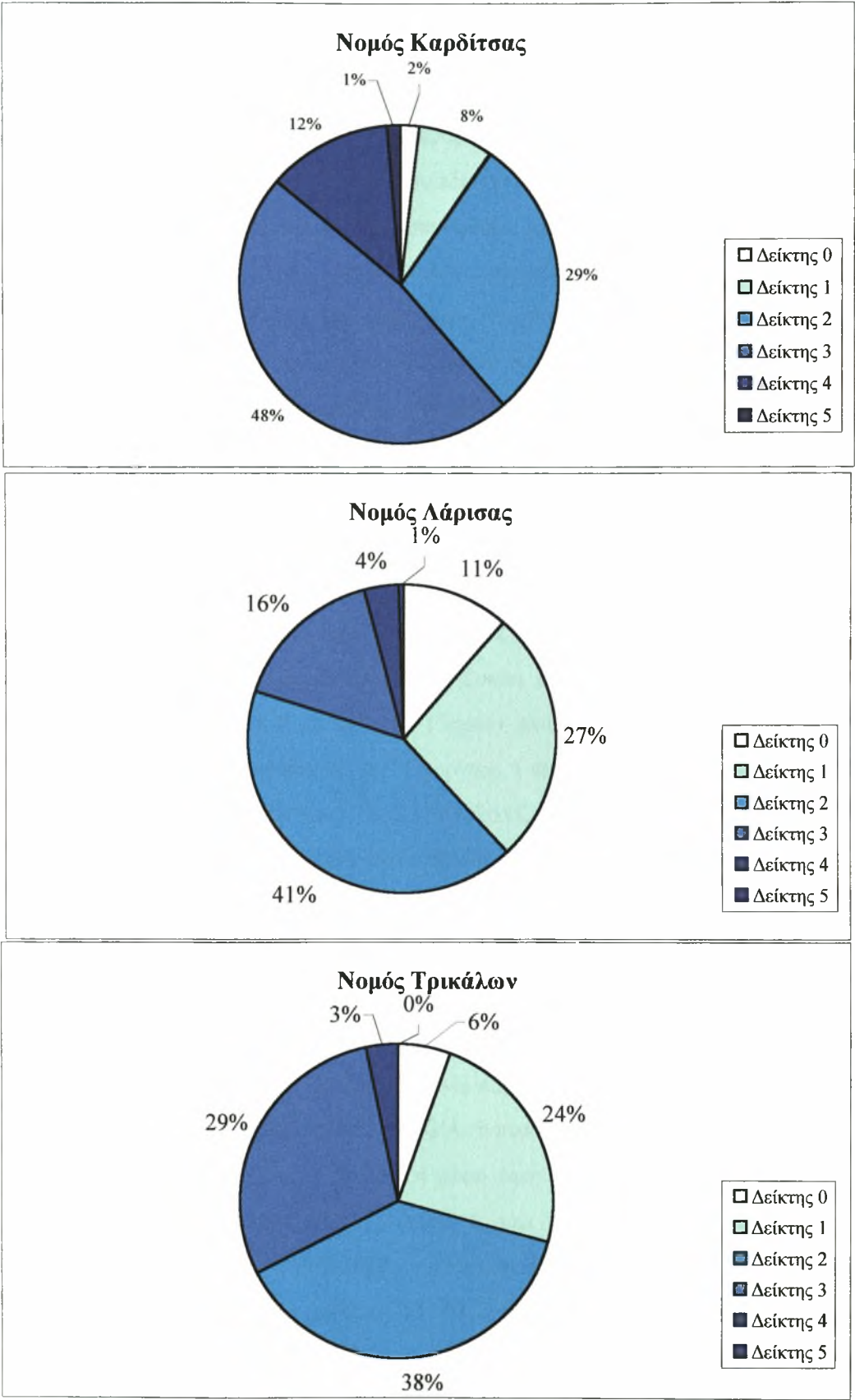
Στην περιοχή της Καρδίτσας, σε σύνολο 2.525 καλλιεργούμενων στρεμμάτων (146 εδαφικά δείγματα), το 2% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 0, το 8% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 1, το 29% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 2, το 48% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 3, το 12% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 4 και το 1% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 5.

Στην περιοχή της Λάρισας (Ελασσόνα), σε σύνολο 1.535 στρεμμάτων (169 δείγματα), το 11% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 0, το 27% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 1, το 41% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 2, το 16% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 3, το 4% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 4 και το 1% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 5.

Στην περιοχή των Τρικάλων, σε σύνολο 774 στρεμμάτων (93 δείγματα), το 6% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 0, το 24% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 1, το 38% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 2, το 29% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 3 και το 3% των δειγμάτων χαρακτηρίζονται με δείκτη 4.

Η κατανομή του διαθέσιμου P στις υπό μελέτη περιοχές απεικονίζεται στο Σχήμα 2.





**Σχήμα 2.** Κατανομή διαθέσιμου P στις υπό μελέτη περιοχές

Σε σχέση με το pH των εδαφών που μελετήθηκαν, το 73% των εδαφών στο Ν. Καρδίτσας, το 79% των εδαφών στο Ν. Λάρισας και όλα τα εδάφη στο Ν. Τρικάλων έχουν τιμή  $\text{pH} > 5,8$ , είναι δηλαδή κατάλληλα για καπνοκαλλιέργεια. Το 27% των εδαφών στο Ν. Καρδίτσας και το 21% των εδαφών στο Ν. Λάρισας έχουν τιμή  $\text{pH} < 5,8$ , οπότε στα εδάφη αυτά μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στην καλλιέργεια του καπνού λόγω έλλειψης P, K, Ca και Mg ή λόγω τοξικότητας Mn και Al (Λόλας, 1996).

Σε σχέση με τον διαθέσιμο φώσφορο των εδαφών που μελετήθηκαν, το 61% των εδαφών στο Ν. Καρδίτσας, το 21% των εδαφών Ν. Λάρισας και το 32% των εδαφών στο Ν. Τρικάλων, έχουν διαθέσιμο P στο έδαφος σε ποσότητες μεγαλύτερες από 25ppm και θεωρούνται επαρκώς εφοδιασμένα σε P, οπότε για την προσθήκη φωσφορικών λιπασμάτων σε αυτά τα εδάφη θα πρέπει να συνεκτιμούνται και οι άλλοι παράγοντες που επιδρούν στη διαθεσιμότητα του P στο έδαφος (Κεφάλαιο 1).

Ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις P παρατηρούνται σε αρκετές περιοχές του Ν. Λάρισας, αλλά και σε περιοχές του Ν. Καρδίτσας και του Ν. Τρικάλων. Συγκεκριμένα, στο Ν. Λάρισας και στα χωριά Βελανίδα, Συκέα και Τσαριτσάνη η μέση τιμή του δείκτη διαθεσιμότητας του P είναι 1 (10-15ppm), ενώ παρατηρούνται και δείγματα με δείκτη 0 (0-9ppm) στις τοποθεσίες Αγ. Γεώργιος, Γιαννίτσι, Ποταμιά, Λούτσα και στις εδαφικές μονάδες A223/A01/Ioxf, A323/A01/Ioxf, A113/B11/Efx, B212/A01/Efx και B112/A00/Efx. Επίσης στα χωριά Γαλανόβρυση, Δολίχι, Πύθιο, Δρυμός και Μεσοχώρι η μέση τιμή του δείκτη διαθεσιμότητας του P είναι 2 (16-25ppm), ενώ παρατηρούνται και δείγματα με δείκτη 0 και 1 στις τοποθεσίες Παληρώνα και Οικόπεδα και στις εδαφικές μονάδες C333/A00/Efx, B3\*3\*4\*/A02/Iox, A2\*03\*/Efx και B223/B22/Eox.

Στο Ν. Καρδίτσας και στα χωριά Ασημοχώρι και Μυρίνη η μέση τιμή του δείκτη διαθεσιμότητας του P είναι 1 (10-15ppm), ενώ παρατηρούνται και δείγματα με δείκτη 0 (0-9ppm) στις εδαφικές μονάδες B434/A00/Axh και C434/A01/Axh.

Στο Ν. Τρικάλων, στο χωριό Αρδάνι η μέση τιμή του δείκτη διαθεσιμότητας του P είναι 1 (10-15ppm) και στα χωριά Πλάτανος και Ρίζωμα η μέση τιμή του δείκτη διαθεσιμότητας του P είναι 2 (16-25ppm), ενώ παρατηρούνται και δείγματα με δείκτη 0 (0-9ppm) και 1 στις εδαφικές μονάδες A334/Γ23/Eox και B334/A03/Efx.

Επισημαίνεται ότι τα εδαφικά δείγματα που χαρακτηρίζονται με δείκτες διαθέσιμου φωσφόρου 0 και 1 εντοπίζονται σε περιοχές με τιμή  $\text{pH} < 6$  και σε εδαφικές μονάδες που χαρακτηρίζονται με δείκτη 2 και 3 ως προς το ποσοστό του  $\text{CaCO}_3$ .

3.2. Δείγματα καπνού

Τα ξηρά δείγματα καπνού, όπως προαναφέρθηκε, αναλύθηκαν ανά χέρι συλλογής, για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του P στα φύλλα. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 4, 5 και 6. Η κατανομή των καλλιεργούμενων τύπων και ποικιλιών καπνού κατά περιοχή, τα επίπεδα του διαθέσιμου P στο έδαφος και η τιμή του pH του εδάφους, παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

Η θρεπτική κατάσταση των φυτών καθορίζεται από την περιεκτικότητα των φύλλων καπνού σε P. Όταν η περιεκτικότητα των φύλλων σε P είναι  $\leq 0,13\%$  Ξ.Ο. στα φυτά είναι πιθανόν να παρατηρηθεί τροφοπενία P, από 0,13-0,3% η περιεκτικότητα είναι σε φυσιολογικά επίπεδα ενώ όταν η περιεκτικότητα του P στα ξηρά φύλλα είναι  $>0,3\%$  Ξ.Ο. τα φυτά είναι επαρκώς εφοδιασμένα με P (Nelson, L., 1980). Οι μέσες τιμές της συγκέντρωσης του P στα φύλλα, η θρεπτική κατάσταση ως προς τον P και η συνολική πρόσληψη P κατά ποικιλία καπνού, παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.

Πίνακας 4. Συγκέντρωση P (P% Ξ.Ο.) κατά χέρι συλλογής καπνού στο Ν. Καρδίτσας

Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
001 ΑΓ.ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ						
001/128	Virginia	C334/A02/Ioxf	0,14	0,16	0,12	0,14
001/131	Virginia	B333/A00/Axh	0,11	0,15	0,13	0,13
001/132	Burley	B333/A00/Axh	0,18	0,17	0,18	
001/133	Burley	C334/A02/Ioxf	0,17	0,26	0,28	
001/139	Burley	C434/A00/Axh	0,11	-	0,20	
007 ΑΜΠΕΛΟΣ						
007/31	Virginia	C434/A00/Axh	0,20	0,16	0,10	0,16
007/32	Virginia	C434/A00/Axh	0,24	0,27	0,35	0,21
007/33	Virginia	C233/A00/Axh	0,09	0,10	0,12	0,12
007/37	Virginia	B333/A00/Axh	0,14	0,15	0,08	0,16
007/40	Virginia	B333/A00/Axh	0,07	0,05	0,17	0,17
007/41	Virginia	C434/A01/Axh	0,20	0,19	0,17	0,15
007/43	Virginia	C434/A01/Axh	0,07	0,19	0,10	0,19
007/45	Virginia	C434/A00/Axh	0,17	0,09	0,06	0,07
007/46	Virginia	C233/A00/Axh	0,09	0,07	0,10	0,12
007/47	Virginia	C434/A00/Axh	0,08	0,08	0,12	0,11
007/48	Virginia	C434/A00/Axh	0,21	0,09	0,28	0,26
007/51	Virginia	C233/A00/Axh	0,15	0,12	0,09	0,12
007/53	Burley	C434/A00/Axh	0,27	0,15	0,18	
007/57	Burley	C434/A01/Axh	0,19	0,17	0,15	
007/58	Burley	C233/A00/Axh	0,27	0,24	0,20	
008 ΑΝΑΒΡΑ						
008/67	Virginia	B434/A00/Axh	0,17	0,14	0,16	
008/69	Virginia	A3*3*4*/A00/Eoxf	-	0,21	0,28	0,27

Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
<b>011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ</b>						
011/87	Virginia	B434/A00/Axh	0,12	0,07	0,09	0,09
011/88	Virginia	B434/A00/Axh	0,05	0,13	0,19	0,13
011/88α	Virginia	C435/A01/Vxch	0,10	0,09	-	0,15
<b>013 ΓΕΛΑΝΘΗ</b>						
013/110	Ελασσόνα	B334/A02/lox	-	0,13	0,17	0,20
013/112	Ελασσόνα	A233/A00/Axh	0,14	0,12	0,13	
013/113	Ελασσόνα	C332/A03/Efx	-	0,12	0,13	0,10
<b>016 ΔΑΣΟΧΩΡΙ</b>						
016/61	Virginia	C434/A01Axh	0,21	0,15	0,21	0,15
016/62	Virginia	C334/A00Axh	0,21	0,18	0,35	
016/64	Burley	C434/A01/Axh	0,17	0,25	0,23	
016/65	Burley	C434/A11/Axh	0,17	0,23	0,20	
<b>017 ΖΑΙΜΙ</b>						
017/89	Virginia	B333/A00/Axh	-	-	0,10	
017/90	Virginia	B333/A00/Axh	0,14	0,16	0,15	0,08
017/91	Burley	B333/A00/Axh	0,16	0,19	0,24	
017/92	Burley	B333/A00/Axh	0,18	0,16	0,18	
017/93	Burley	B333/A00/Axh	0,24	0,23	0,20	
017/94	Burley	B333/A00/Axh	0,19	0,24	0,28	
<b>019 ΚΑΛΛΙΦΩΝΙ</b>						
019/95	Virginia	C434/A01/Axh	0,16	-	0,17	0,12
019/96	Virginia	B233/A00/lox	0,21	0,09	0,11	
019/97	Burley	B333/A00/Axh	0,15	0,18	0,10	
019/101	Burley	C434/A01/Axh	0,19	0,16	0,22	
019/102	Burley	B333/A00/Axh	0,21	0,17	0,12	
019/105	Burley	B233/A00/lox	0,14	0,15	0,09	
<b>025 ΚΑΡΠΟΧΩΡΙ</b>						
025/1	Virginia	C434/A01/Axh	0,12	-	0,16	0,16
025/4	Virginia	C434/A01/Axh	0,14	0,06	0,16	0,12
025/5	Virginia	C434/A01/Axh	0,16	0,09	0,17	0,18
025/6	Virginia	B333/A00/Axh	0,14	0,19	0,14	0,21
025/9	Virginia	B333/A00/Axh	-	0,13	-	-
025/10	Virginia	B333/A00/Axh	-	0,23	-	-
025/15	Burley	C434/A01/Axh	0,16	0,28	0,21	
025/17	Burley	B333/A00/Axh	0,21	0,20	0,21	
025/18	Burley	B333/A00/Axh	0,23	0,26	-	
025/20	Burley	B333/A00/Axh	0,30	0,37	0,32	
025/22	Burley	B333/A00/Axh	0,20	0,20	-	
025/23	Burley	B333/A00/Axh	0,28	0,30	0,30	
025/27	Burley	B333/A00/Axh	0,32	0,33	0,31	
<b>029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ</b>						
029/73	Virginia	B434/A00/Axh	0,04	-	0,14	0,11
029/75	Virginia	B434/A00/Axh	0,24	0,15	-	0,25
029/78	Virginia	B434/A00/Axh	0,10	-	0,06	0,12
029/80	Virginia	C435/A01/Vxch	0,12	0,17	0,08	0,18
029/82	Virginia	C435/A01/Vxch	-	0,14	0,17	0,12
029/83	Virginia	C435/A01/Vxch	-	-	0,36	0,29
029/85	Virginia	B434/A00/Axh	-	-	-	0,11
029/86	Virginia	B434/A00/Axh	0,11	0,07	0,09	0,06





Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
<b>037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ</b>						
037/106	Ελασσόνα	A233/A00/Axh	0,14	0,11	0,15	0,17
037/107	Ελασσόνα	A233/A00/Axh	0,14	0,12	0,17	0,11
<b>039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ</b>						
039/59	Virginia	C434/A01/Loxf	-	-	0,09	
039/60	Virginia	C434/A01/Axh	0,24	0,19	0,16	0,20
<b>040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ</b>						
040/117	Virginia	B333/A00/Axh	0,09	0,05	0,11	0,10
040/119	Ελασσόνα	B233/A01/Efx	0,16	0,09	0,19	0,16
040/122	Ελασσόνα	A233/A01/Efx	0,14	0,13	0,10	
040/124	Ελασσόνα	B333/A00/Axh	0,06	0,10	0,19	0,12
040/127	Ελασσόνα	B334/A00/Axh	0,19	0,13	0,10	
<b>041 ΜΥΡΙΝΗ</b>						
041/142	Virginia	C434/A01/Axh	0,05	0,05	0,04	0,05
041/145	Burley	B113/A01/Efx	0,16	0,19	0,18	
<b>053 ΦΡΑΓΚΟ</b>						
053/114	Ελασσόνα	B334/A00/Axh	0,09	0,13	0,23	
053/115	Ελασσόνα	B223/A00/Loxf	0,16	0,18	0,22	

**Πίνακας 5. Συγκέντρωση P (P% Ξ.Ο.) κατά χέρι συλλογής καπνού στο Ν. Λάρισας**

Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
<b>07 ΒΕΛΑΝΙΔΑ</b>						
007/2	Ελασσόνα	-	0,14	0,17	0,19	0,14
007/4	Ελασσόνα	-	0,13	0,15	0,16	0,22
007/8	Ελασσόνα	-	0,11	0,16	0,17	0,18
007/9	Ελασσόνα	-	0,11	0,10	0,17	0,16
007/12	Ελασσόνα	-	0,17	0,15	0,16	0,23
007/18α	Ελασσόνα	-	0,12	0,12	0,16	0,12
007/18β	Ελασσόνα	-	0,25	0,12	0,14	0,21
<b>010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ</b>						
010/19	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,11	0,09	0,10	0,18
010/20	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,10	0,17	0,17	0,17
010/21	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,14	0,09	0,09	0,15
010/22	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,10	0,13	0,13	0,11
010/25	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,11	0,06	0,13	0,24
010/28	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,19	0,16	0,12	0,17
010/29	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,16	0,23	0,16	0,20
010/31	Ελασσόνα	C333/A00/Efx	0,17	0,23	0,20	0,22
<b>013 ΔΟΛΙΧΙ</b>						
013/32	Ελασσόνα	B233/A02/Efx	0,16	0,09	0,09	0,08
013/33	Ελασσόνα	B233/A02/Efx	0,12	0,08	0,06	0,15
013/34	Ελασσόνα	B233/A02/Efx	0,11	0,15	0,13	0,04
013/35	Ελασσόνα	B3*3*4*/A02/Lox	0,10	0,16	0,15	0,13
013/37	Ελασσόνα	B3*3*4*/A02/Lox	0,11	0,12	0,12	0,16
013/40	Ελασσόνα	B3*3*4*/A02/Lox	0,17	0,12	0,10	0,29
013/40α	Ελασσόνα	B233/A02/Efx	0,08	0,09	0,12	0,08
<b>015 ΔΡΥΜΟΣ</b>						
015/43	Ελασσόνα	B314/B11/Eox	0,15	0,17	0,17	0,14



Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
015/44	Ελασσόνα	B223/B22/Εοx	0,18	0,19	0,23	0,17
015/45	Ελασσόνα	B314/B11/Εοx	0,10	0,14	0,21	0,16
015/46	Ελασσόνα	B223/B22/Εοx	0,25	0,11	0,12	0,19
015/49	Ελασσόνα	B223/B22/Εοx	0,38	0,29	0,35	0,30
015/50	Ελασσόνα	B223/B22/Εοx	0,18	0,14	0,19	0,19
015/51	Ελασσόνα	B223/B22/Εοx	0,27	0,25	0,32	0,34
015/52	Ελασσόνα	C223/Γ20/Εοx	0,16	0,24	0,14	0,12
<b>018 ΚΑΛΛΙΘΕΑ</b>						
018/55	Ελασσόνα	C435/A00/Εfx	0,13	0,13	0,08	0,17
018/56	Ελασσόνα	C435/A00/Εfx	0,09	0,12	0,13	0,17
018/58	Ελασσόνα	B403/B20/Ιοx	0,10	0,10	0,12	0,13
018/61	Ελασσόνα	C435/B20/Εοx	0,13	0,22	0,34	0,18
018/63	Ελασσόνα	C435/B20/Εοx	0,13	0,18	0,17	0,19
018/70	Ελασσόνα	C433/B20/Ιοx	0,15	0,13	0,08	0,09
018/72	Ελασσόνα	C433/B20/Ιοx	0,18	0,13	0,14	0,11
<b>031 ΜΕΣΟΧΩΡΙ</b>						
031/73	Ελασσόνα	-	0,21	0,15	0,18	
031/74	Ελασσόνα	-	0,13	0,23	0,25	
031/75	Ελασσόνα	-	0,18	0,10	0,10	
031/76	Ελασσόνα	-	0,17	0,05	0,13	
031/78	Ελασσόνα	-	0,15	0,16	0,31	
031/79	Ελασσόνα	-	0,13	0,17	0,14	
031/80	Ελασσόνα	-	0,11	0,12	0,13	
031/81	Ελασσόνα	-	0,29	0,18	0,14	
031/82	Ελασσόνα	-	0,21	0,13	0,15	
031/83	Ελασσόνα	A334/B23/Εοx	0,25	0,29	0,24	
031/84	Ελασσόνα	A334/B23/Εοx	0,24	0,13	0,12	
<b>034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ</b>						
034/85	Ελασσόνα	-	0,14	0,18	0,14	0,17
034/86	Ελασσόνα	-	0,14	0,17	0,07	0,17
034/87	Ελασσόνα	-	0,28	0,11	0,16	0,18
034/88	Ελασσόνα	-	0,11	0,12	0,12	0,07
034/89	Ελασσόνα	-	0,21	0,24	0,19	0,30
034/90	Ελασσόνα	-	0,17	0,14	0,17	0,11
034/94	Ελασσόνα	-	0,18	0,16	0,26	0,30
034/95	Ελασσόνα	-	0,16	0,11	0,13	0,15
034/96	Ελασσόνα	-	0,13	0,05	0,24	0,18
<b>037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ</b>						
037/144	Ελασσόνα	-	0,23	0,22	0,31	0,34
037/145	Ελασσόνα	-	0,12	0,12	0,10	0,13
037/147	Ελασσόνα	-	0,35	0,35	0,24	0,43
037/149	Ελασσόνα	-	0,19	0,12	0,20	0,16
<b>038 ΠΥΘΙΟ</b>						
038/150	Ελασσόνα	-	0,17	0,13	0,08	0,28
038/151	Ελασσόνα	A2*03*/A03/Εfx	0,31	0,26	0,23	0,21
<b>042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ</b>						
042/98	Ελασσόνα	B112/A01/Ιοx	0,09	0,20	0,17	0,28
042/99	Ελασσόνα	B112/A01/Ιοx	0,20	0,18	0,18	0,22
042/103	Ελασσόνα	B112/A01/Ιοx	0,20	0,15	0,16	0,17

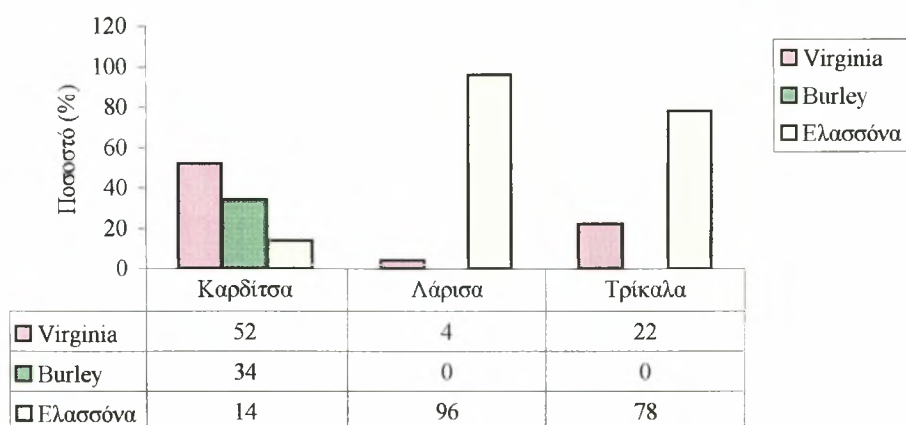
Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
042/104	Ελασσόνα	B112/A01/lox	0,18	0,23	0,14	0,18
042/105	Ελασσόνα	B112/A01/lox	0,23	0,32	0,22	0,24
042/107	Ελασσόνα	C433/A03/loxf	0,28	0,20	0,23	
042/108	Ελασσόνα	C433/A03/loxf	0,18	0,10	0,12	0,22
042/109	Ελασσόνα	C433/A03/loxf	0,16	0,17	0,18	
<b>043 ΣΥΚΕΑ</b>						
043/110	Ελασσόνα	A223/A01/loxf	0,17	0,14	0,14	0,13
043/112	Ελασσόνα	A223/A01/loxf	-	-	0,30	-
043/113	Ελασσόνα	A223/A01/loxf	0,12	0,16	0,19	0,19
043/116	Ελασσόνα	A323/A01/loxf	0,15	0,07	0,20	0,27
043/117	Ελασσόνα	A323/A01/loxf	0,15	0,23	0,22	
043/119	Ελασσόνα	-	0,15	0,15	0,13	0,15
<b>045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ</b>						
045/121	Ελασσόνα	A112/B10/Efx	0,19	0,13	0,15	0,12
045/122	Ελασσόνα	A112/B10/Efx	0,20	0,08	0,14	0,15
045/123	Ελασσόνα	A112/B10/Efx	0,08	0,13	0,08	0,13
045/124	Ελασσόνα	A112/B10/Efx	0,12	0,11	0,17	0,13
045/127	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	-	0,27	0,27	0,34
045/128	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	0,17	-	-	-
045/129	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	0,09	0,20	-	0,20
045/130	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	0,13	0,14	0,09	0,19
045/131	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	0,28	0,25	0,30	0,25
045/132	Ελασσόνα	A113/B11/Efx	0,17	0,07	0,15	0,17
045/133	Ελασσόνα	B112/A00/Efx	0,19	0,10	0,06	0,11
045/139	Ελασσόνα	B112/A00/Efx	0,14	-	0,14	0,18
045/140	Ελασσόνα	B112/A00/Efx	0,07	0,11	0,09	0,16
045/141	Ελασσόνα	B212/A01/Efx	0,12	0,10	0,12	0,07
<b>003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ</b>						
003/1	Ελασσόνα	A323/A00/Efx	0,04	0,13	0,15	0,15
003/2	Ελασσόνα	A323/A00/Efx	0,18	0,21	0,18	0,17
003/3	Ελασσόνα	B323/A01/lox	0,18	0,14	0,17	0,18
003/4	Virginia	B323/B01/lox	0,14	0,09	0,16	
003/5	Virginia	B323/A12/lox	0,25	0,27	0,09	
003/6	Virginia	A223/B10/lox	0,12	0,14	0,12	
<b>019 ΡΟΔΙΑ</b>						
019/7	Virginia	A212/A10/Efx	0,13	0,13	0,13	0,20
019/9	Virginia	B333/A01/Axhc	0,15	0,30	0,25	

**Πίνακας 6. Συγκέντρωση P (P% Ξ.Ο.) κατά χέρι συλλογής καπνού στο Ν. Τρικάλων**

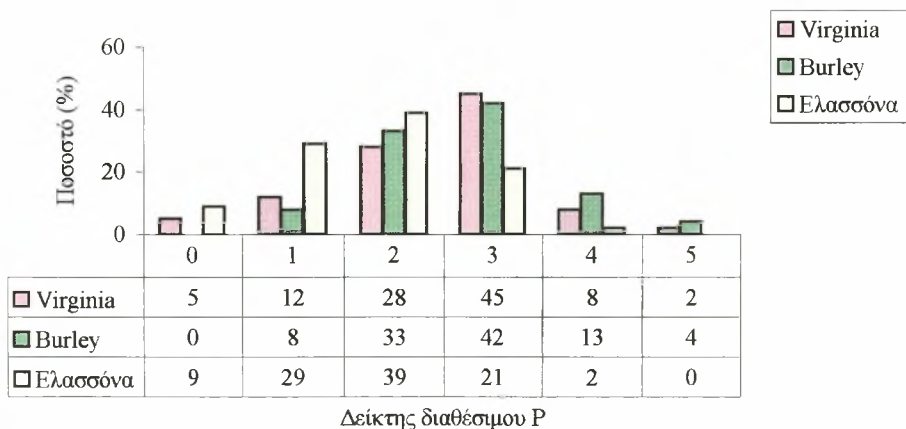
Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
<b>031 ΠΛΑΤΑΝΟΣ</b>						
031/30	Virginia	B334/A03/Efx	0,12	0,16	0,14	0,18
031/31	Virginia	B334/A03/Efx	0,12	0,10	0,12	0,08
031/32	Virginia	B334/A03/Efx	0,18	-	0,15	0,15
031/35	Virginia	B334/A03/Efx	0,14	0,17	0,16	0,10
031/37	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,12	0,19	0,09	0,12
031/39	Ελασσόνα	A224/A01/Efx	0,12	0,18	0,11	0,11

Κωδικός	Τύπος ή Ποικιλία	Εδαφ. μονάδα	1ο χέρι	2ο χέρι	3ο χέρι	4ο χέρι
031/43	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,19	0,16	0,16	0,15
031/45	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	-	0,26	0,22	
031/47	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,23	0,22	-	0,22
<b>029 ΡΙΖΩΜΑ</b>						
029/1	Ελασσόνα	C434/A03/Efx	0,28	0,26	0,27	0,29
029/2	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,16	0,13	0,21	0,14
029/3	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,08	0,13	0,25	0,12
029/9	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,25	0,23	0,18	0,36
029/10	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,18	0,11	0,14	0,13
029/11	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,24	0,23	0,24	0,34
029/12	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,14	0,22	0,25	0,33
029/14	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,20	0,24	0,25	0,27
029/17	Ελασσόνα	B334/A03/Efx	0,10	0,14	0,15	0,19
<b>05 ΑΡΑΝΙ</b>						
005/49	Ελασσόνα	A334/T23/Eox	0,26	0,25	0,26	
005/52	Ελασσόνα	C434/A03/Efx	0,14	0,10	0,10	0,13
005/53	Ελασσόνα	A334/T23/Eox	0,18	0,14	0,13	0,15
<b>015 ΓΡΙΖΑΝΙΟ</b>						
015/67	Virginia	A112/A00/Efx	0,18	0,14	0,15	
015/69	Virginia	A112/A00/Efx	0,18	0,22	0,20	0,23
015/71	Virginia	A112/A00/Efx	0,23	-	0,27	
015/72	Virginia	A112/A00/Efx	0,25	0,22	0,25	
015/74	Virginia	A112/A00/Efx	0,18	0,08	0,10	0,11
015/75	Virginia	A112/A00/Efx	0,15	0,34	0,25	
<b>010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ</b>						
010/77	Virginia	A203/A01/Iox	0,27	0,12	0,31	0,23
010/78	Virginia	A203/A01/Iox	0,13	0,27	0,16	0,16
010/84	Ελασσόνα	A122/A02/Efx	0,12	0,15	0,09	0,07
<b>017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ</b>						
017/86	Ελασσόνα	-	0,17	0,19	0,24	
017/87	Ελασσόνα	-	-	-	0,27	0,23
017/89	Ελασσόνα	-	0,17	0,15	0,17	0,08
017/90	Ελασσόνα	-	0,13	0,08	0,18	0,29
<b>034 ΠΑΛΑΙΟΠΥΡΓΟΣ</b>						
034/55	Ελασσόνα	C435/A03/Efx	0,19	0,17	0,22	0,14
034/58	Ελασσόνα	A324/B13/Eox	0,27	0,29	0,32	
034/59	Ελασσόνα	A324/B13/Eox	0,26	0,22	0,29	
034/62	Ελασσόνα	A324/B13/Eox	0,26	0,27	0,35	
034/64	Ελασσόνα	A324/T23/Eox	0,31	0,27	-	
034/66	Ελασσόνα	A324/T23/Eox	0,19	0,20	0,20	0,28

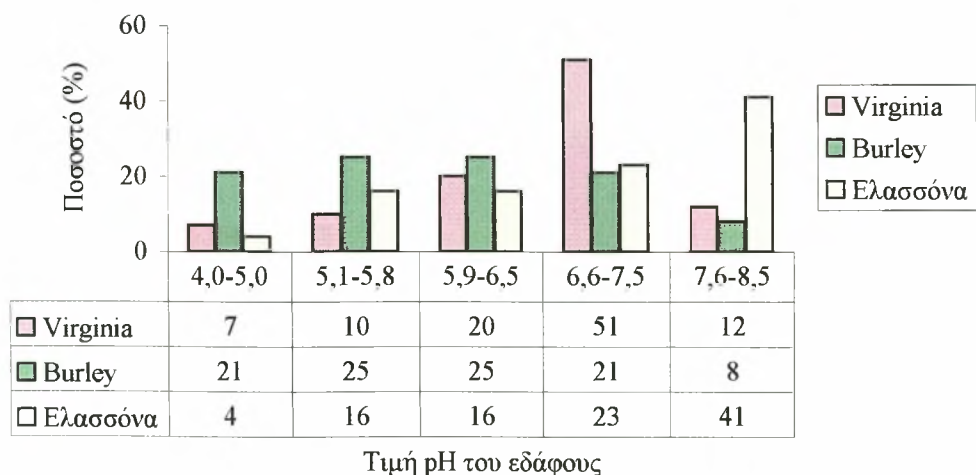
### Κατανομή τύπων καπνού ανά περιοχή



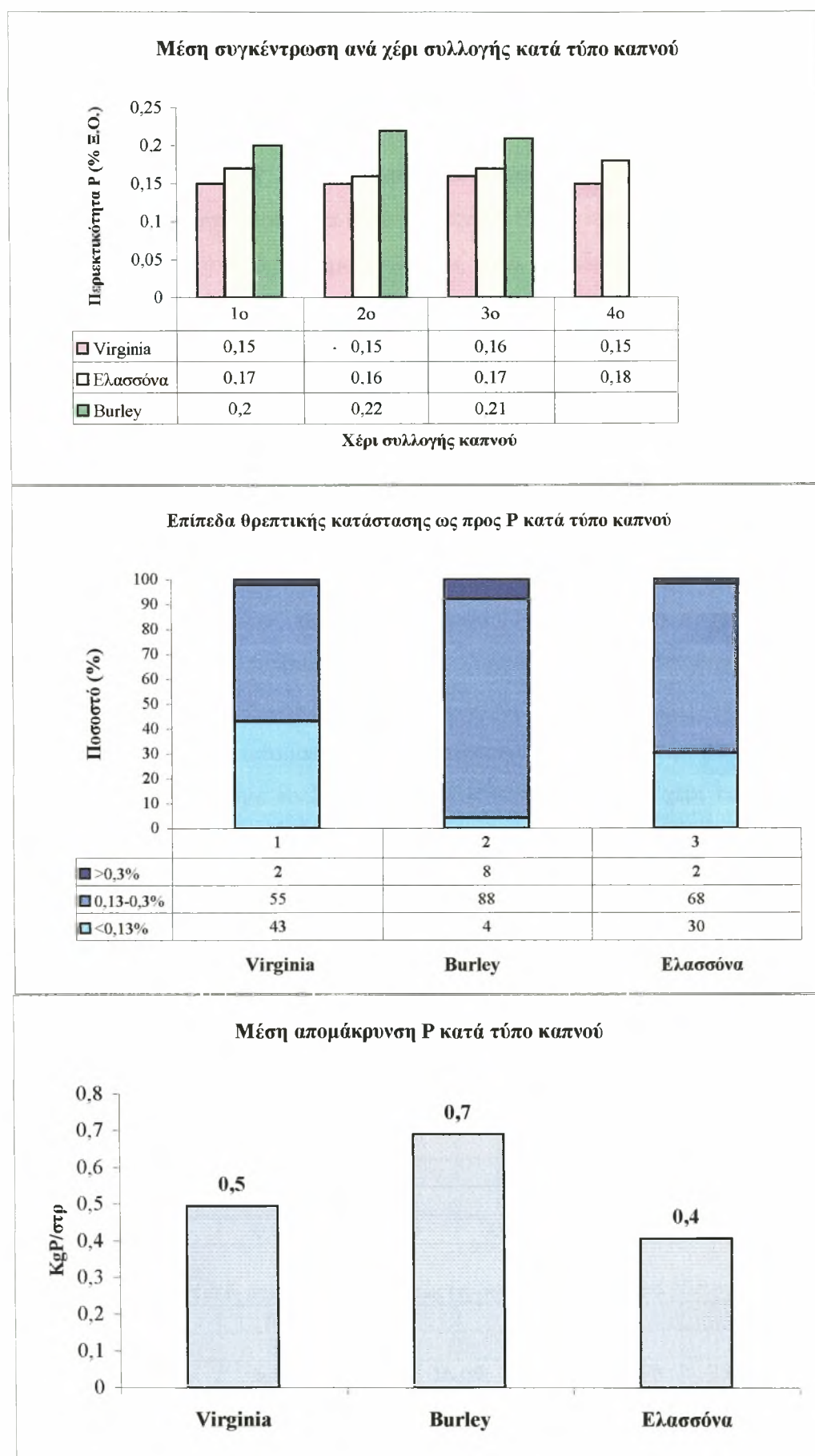
### Διαθέσιμος Ρ κατά τύπο καπνού



### Τιμή pH στα εδάφη κατά τύπο καπνού



**Σχήμα 3.** Κατανομή τύπων καπνού ανά περιοχή, διαθέσιμος Ρ και τιμή pH των εδαφών κατά τύπο καπνού



**Σχήμα 4. Μέση συγκέντρωση P ανά χέρι, επίπεδα θρεπτικής κατάστασης και μέση απομάκρυνση P κατά τύπο καπνού**



## Τύπος Virginia

Ο τύπος καπνού Virginia καλλιεργείται και στις τρεις περιοχές που μελετήθηκαν, σε ποσοστά 52% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Καρδίτσας, σε 4% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Λάρισας και σε 22% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Τρικάλων. Καλλιεργείται κυρίως σε εδάφη ουδέτερα (51%) και μετρίως όξινα (20%). Το 55% των εδαφών έχουν διαθέσιμο  $P > 26 \text{ ppm}$ , είναι δηλαδή επαρκώς εφοδιασμένα σε P (Σχήμα 3). Το 43% των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκε ο P, έχουν μέση συγκέντρωση  $P \leq 0,13\%$  Ξ.Ο. και είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε P, το 55% έχουν μέση συγκέντρωση P από 0,13-0,3% Ξ.Ο., ενώ μόνο το 2% των δειγμάτων έχουν μέση συγκέντρωση  $P > 0,3\%$  Ξ.Ο. (Σχήμα 4).

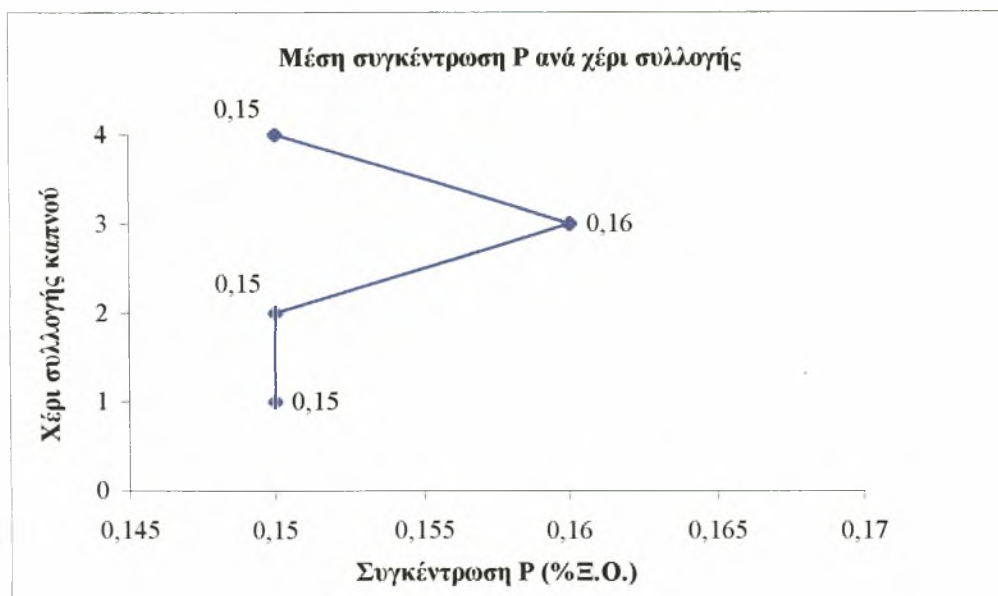
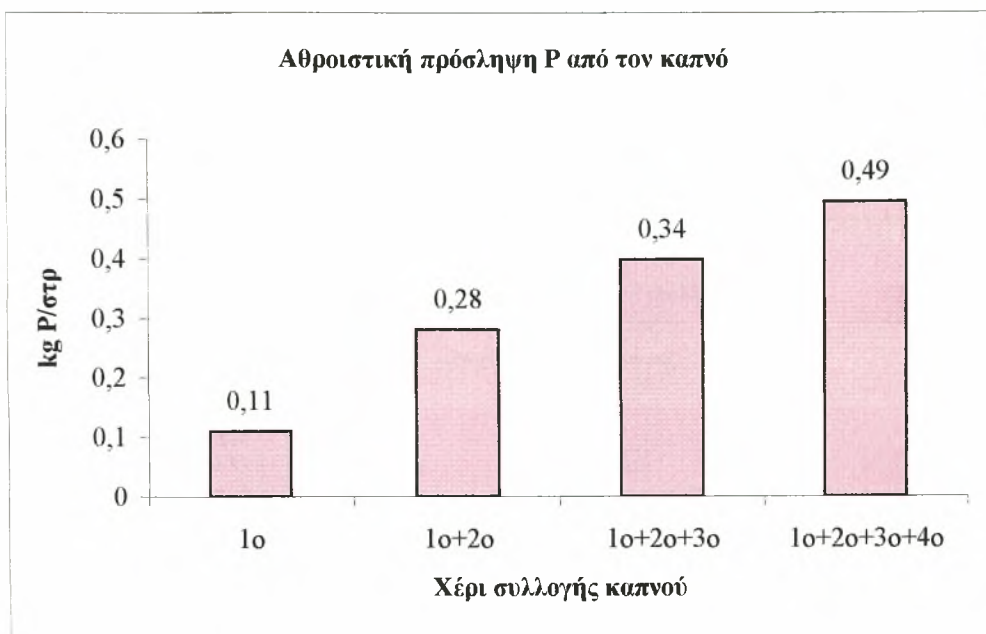
Η απόδοση της ποικιλίας είναι κατά μέσο όρο 324kg/στρ. Στη συνολική απόδοση το 1<sup>ο</sup> χέρι συμμετέχει κατά 20-25%, το 2<sup>ο</sup> κατά 30-40%, το 3<sup>ο</sup> κατά 20-25% και το 4<sup>ο</sup> κατά 15-25%. Λαμβάνοντας τη μέση απόδοση κάθε χειριού συλλογής, το 1<sup>ο</sup> χέρι αποδίδει περίπου 72,9kg/στρ., το 2<sup>ο</sup> χέρι περίπου 113,4kg/στρ., το 3<sup>ο</sup> χέρι περίπου 72,9kg/στρ. και το 4<sup>ο</sup> χέρι περίπου 64,8kg/στρ. Σύμφωνα με τις παραπάνω αποδόσεις και με τη μέση συγκέντρωση σε P ανά χέρι συλλογής του καπνού, στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου απομακρύνονται αντίστοιχα 0,109kg P/στρ. με το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 0,17kg P/στρ. με το 2<sup>ο</sup> χέρι, 0,116kg P/στρ. με το 3<sup>ο</sup> χέρι και 0,098kg P/στρ. με το 4<sup>ο</sup> χέρι, ενώ συνολικά απομακρύνονται 0,495kg P/στρ. (Σχήμα 5.1). Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής του καπνού και πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος. Στους παρακάτω πίνακες βασίζονται και τα σχήματα που ακολουθούν.

Στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής καπνού

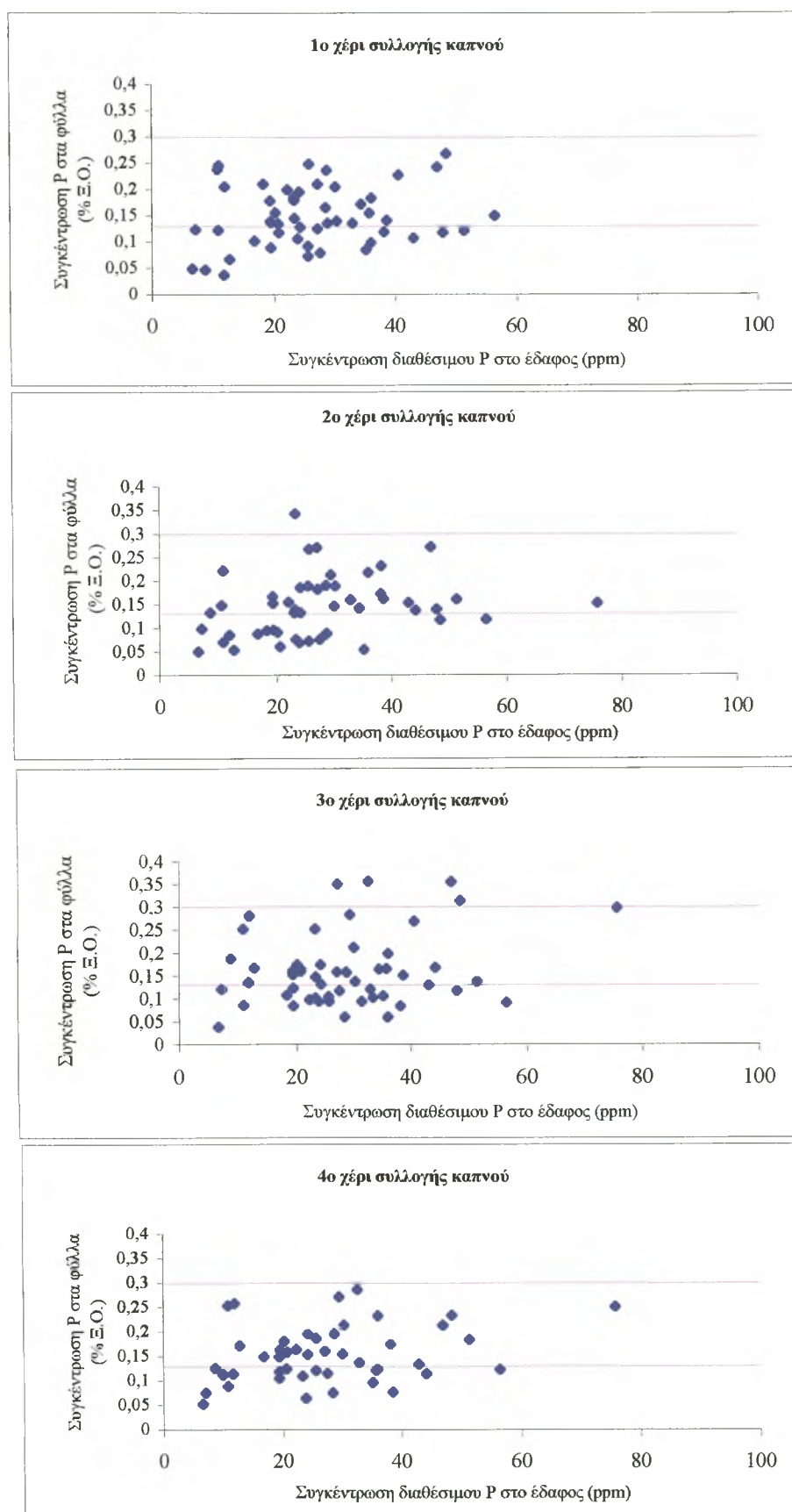
Χέρι συλλογής	1 <sup>ο</sup> χέρι	2 <sup>ο</sup> χέρι	3 <sup>ο</sup> χέρι	4 <sup>ο</sup> χέρι	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	50	49	54	45	198
Ελάχιστο	0,04	0,05	0,04	0,05	0,4
Μέγιστο	0,32	0,34	0,36	0,29	0,36
Μ.Ο.	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15
Τυπική απόκλιση	0,006	0,006	0,007	0,005	0,006

Στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος

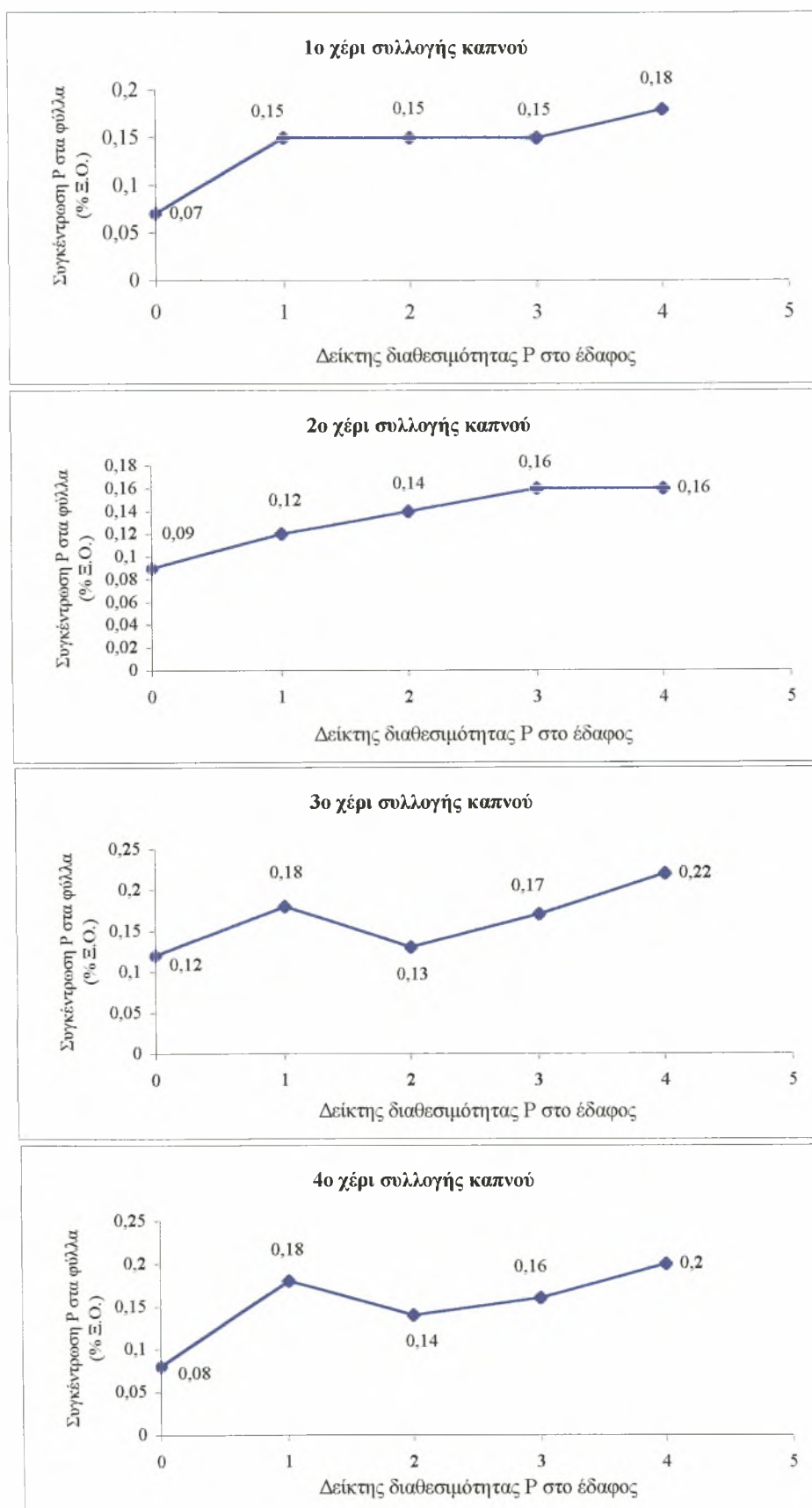
Δείκτης διαθέσιμου P	0	1	2	3	4	5	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	3	7	20	24	5	1	60
Ελάχιστο	6,62	10	16,69	26,9	46,98	75,57	6,62
Μέγιστο	8,68	12,64	25,56	44,23	56,35	75,57	75,57
Μ.Ο.	7,48	11,43	21,8	33,54	50,21	75,57	27,8
Τυπική απόκλιση	1,07	0,88	2,6	0,04	3,8	-	3,1



**Σχήμα 5.1.** Αθροιστική πρόσληψη P και σχέση μεταξύ συγκέντρωσης P κατά χέρι συλλογής στον τύπο καπνού Virginia



**Σχήμα 5.2.** Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι στα καπνά Virginia



**Σχήμα 5.3.** Σχέση μεταξύ δεικτών διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι στα καπνά Virginia

Το Σχήμα 5.2 απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης του P στα φύλλα και της συγκέντρωσης του P στο έδαφος. Εάν χρησιμοποιήσουμε τους δείκτες διαθεσιμότητας (λόγω των ελάχιστων εδαφικών δειγμάτων με δείκτη διαθεσιμότητας 5, τα δείγματα αυτά συνυπολογίζονται με τον δείκτη 4) και τη μέση συγκέντρωση του κάθε χεριού συλλογής ανά δείκτη διαθεσιμότητας, προκύπτει το Σχήμα 5.3. Από τη μελέτη των Σχημάτων παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Στο 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, είναι πιθανό να παρατηρηθεί τροφοπενία στα καπνόφυλλα όταν ο δείκτης διαθέσιμου P στο έδαφος είναι 0. Για δείκτες διαθέσιμου P 1, 2 και 3, η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού, ενώ σε δείκτη 4, η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα αυξάνεται σε πιο φυσιολογικά επίπεδα.
- Στο 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθέσιμου P στο έδαφος είναι 0 και 1, είναι πιθανό να παρατηρηθεί τροφοπενία στα καπνόφυλλα. Για δείκτες διαθέσιμου P 2, 3 και 4, η συγκέντρωση των καπνόφυλλων σε P βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού.
- Το 3<sup>ο</sup> και το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά μεταξύ τους. Για δείκτη διαθέσιμου P 0, είναι πιθανό να παρατηρηθεί τροφοπενία στα καπνόφυλλα. Στη συνέχεια, παρατηρείται ικανοποιητική συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα για δείκτη 1, αλλά μείωση της συγκέντρωσης για δείκτη 2. Τέλος, για δείκτες διαθέσιμου P 3 και 4 η συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα είναι ικανοποιητική.
- Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 0. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 3<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 4.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα καπνά του τύπου Virginia, εμφανίζουν ικανοποιητικές συγκεντρώσεις στα φύλλα όταν η συγκέντρωση του διαθέσιμου P στο έδαφος είναι μεγαλύτερη από 26ppm. Θα πρέπει επίσης να διερευνηθούν και οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του P στο έδαφος, καθώς παρουσιάζονται χαμηλές συγκεντρώσεις P στα καπνόφυλλα ακόμα και σε εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου P μεγαλύτερη από 46ppm (δείκτης 4).



## Τύπος *Burley*

Ο τύπος καπνού *Burley* καλλιεργείται μόνο στο Ν. Καρδίτσας, σε ποσοστό 34% των μελετηθέντων εδαφών. Η ποικιλία καλλιεργείται εξίσου σε εδάφη ισχυρώς όξινα (21%), όξινα (25%), μετρίως όξινα (25%) και ουδέτερα (21%), ενώ το 59% των εδαφών έχουν διαθέσιμο  $P > 26 \text{ ppm}$ , είναι δηλαδή επαρκώς εφοδιασμένα σε P (Σχήμα 3). Το 4% των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκε ο P, έχουν μέση συγκέντρωση  $P \leq 0,13\%$  Ξ.Ο. και είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε P, το 88% έχουν μέση συγκέντρωση P από 0,13-0,3% Ξ.Ο. και το 8% των δειγμάτων έχουν μέση συγκέντρωση  $P > 0,3\%$  Ξ.Ο. (Σχήμα 4).

Η απόδοση της ποικιλίας *Burley* που καλλιεργήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 326kg/στρ. Στη συνολική απόδοση το 1<sup>ο</sup> χέρι συμμετέχει κατά 25-30%, το 2<sup>ο</sup> κατά 40-50% και το 3<sup>ο</sup> κατά 25-30%. Λαμβάνοντας τη μέση απόδοση κάθε χειριού συλλογής, το 1<sup>ο</sup> χέρι αποδίδει περίπου 89,65kg/στρ., το 2<sup>ο</sup> χέρι περίπου 146,7kg/στρ. και το 3<sup>ο</sup> χέρι περίπου 89,65kg/στρ. Σύμφωνα με τις παραπάνω αποδόσεις και με τη μέση συγκέντρωση σε P ανά χέρι συλλογής του καπνού, στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου απομακρύνονται αντίστοιχα 0,179kg P/στρ. με το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 0,323kg P/στρ. με το 2<sup>ο</sup> χέρι και 0,188kg P/στρ. με το 3<sup>ο</sup> χέρι, και συνολικά απομακρύνονται 0,69kg P/στρ. (Σχήμα 6.1).

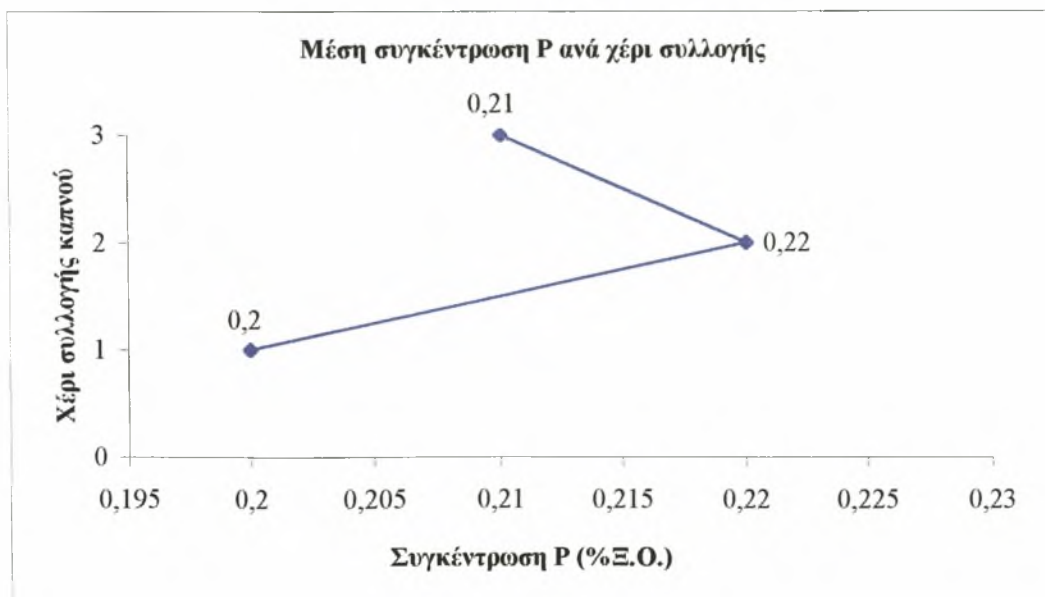
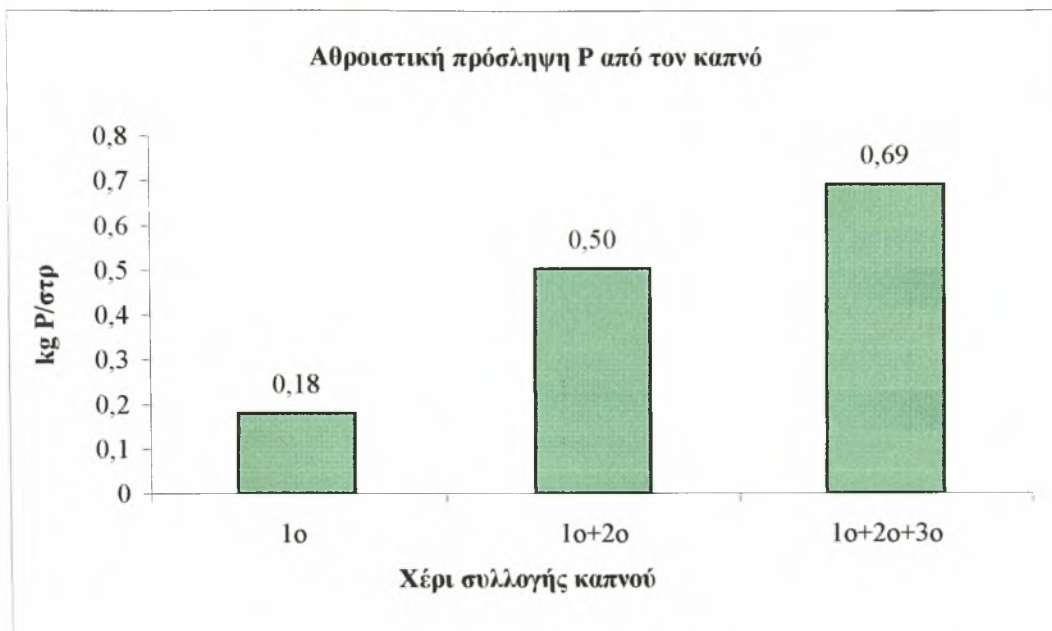
Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής του καπνού και πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος. Στους παρακάτω πίνακες βασίζονται και τα σχήματα που ακολουθούν.

Στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής καπνού

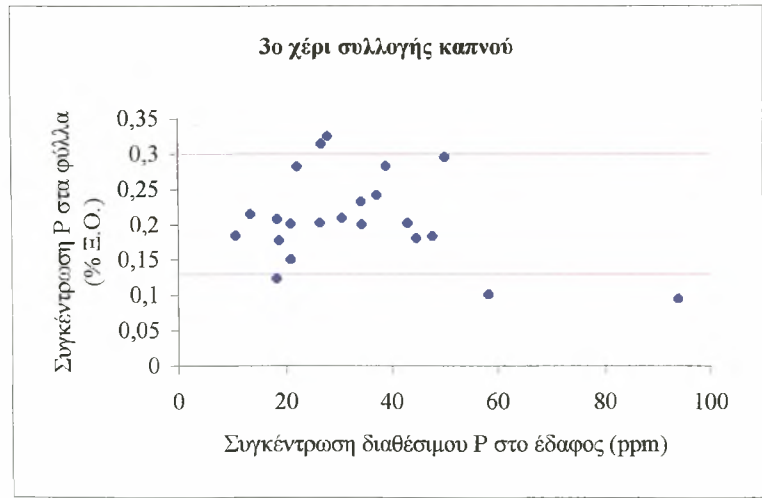
Χέρι συλλογής	1 <sup>ο</sup> χέρι	2 <sup>ο</sup> χέρι	3 <sup>ο</sup> χέρι	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	23	22	21	66
Ελάχιστο	0,11	0,15	0,09	0,09
Μέγιστο	0,32	0,37	0,32	0,37
Μ.Ο.	0,2	0,22	0,21	0,21
Τυπική απόκλιση	0,005	0,006	0,006	0,0056

Στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος

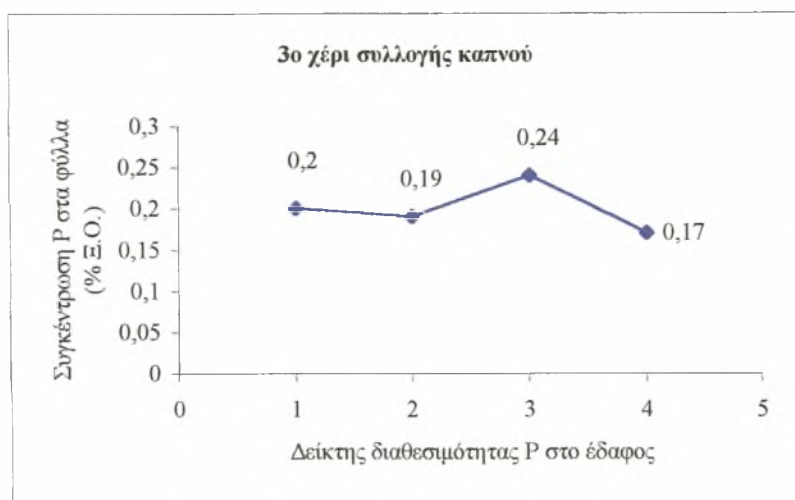
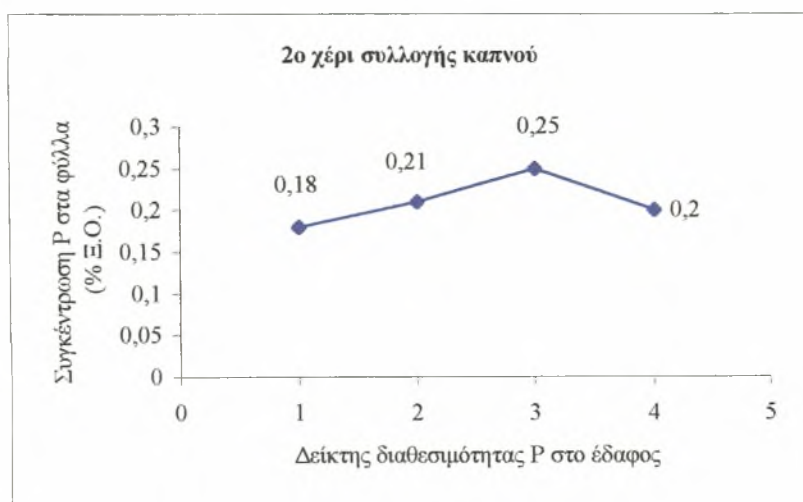
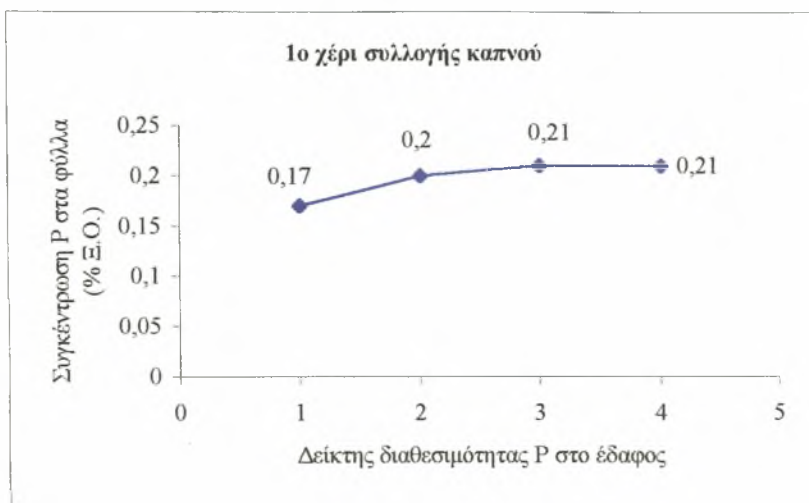
Δείκτης διαθέσιμου P	0	1	2	3	4	5	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	0	2	8	10	3	1	24
Ελάχιστο	0	10,62	18,23	26,16	47,71	93,84	10,62
Μέγιστο	0	13,31	23,12	44,67	58,2	93,84	93,84
Μ.Ο.	0	11,9	20,03	34,17	51,9	93,84	32,31
Τυπική απόκλιση	0	1,9	1,8	6,6	5,5	-	18,05



**Σχήμα 6.1.** Αθροιστική πρόσληψη P και σχέση μεταξύ συγκέντρωσης P κατά χέρι συλλογής στα καπνά Burley



**Σχέση 6.2.** Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι συλλογής στα καπνά Burley



**Σχέση 6.3.** Σχέση μεταξύ δεικτών διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι συλλογής στα καπνά Burley

Όπως προαναφέρθηκε για τον τύπο καπνού Virginia, από το Σχήμα 6.2 προκύπτει το Σχήμα 6.3. Από τη μελέτη των Σχημάτων παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Στο 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, για δείκτη διαθέσιμου P 1 η συγκέντρωση των καπνόφυλλων σε P βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού. Για δείκτες 2, 3 και 4, η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα αυξάνεται και βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα.
- Στο 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθέσιμου P στο έδαφος είναι 1, η συγκέντρωση των καπνόφυλλων σε P βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού. Για δείκτες 2, 3 και 4 η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα αυξάνεται και βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης σε δείκτη 4 σε σχέση με τους δείκτες 2 και 3.
- Στο 3<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, για δείκτες διαθέσιμου P 1, 2 και 3 παρατηρείται ικανοποιητική συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα. Για δείκτη 4 όμως, παρατηρείται μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης σε σχέση με τους δείκτες 1, 2 και 3.
- Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 1<sup>ο</sup> (αρχικό) χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 1. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 2<sup>ο</sup> (μεσαίο) χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 3.

Τα καπνά του τύπου Burley δεν είναι πιθανό να εμφανίσουν τροφοπενίες στις περιοχές που μελετήθηκαν. Για να έχουν τα καπνόφυλλα ικανοποιητικές συγκεντρώσεις P και για την ικανοποιητική ανάπτυξή τους, είναι απαραίτητη η συγκέντρωση του διαθέσιμου P στο έδαφος να είναι μεγαλύτερη από 16ppm (δείκτες 2, 3 και 4). Η μείωση της συγκέντρωσης του P στα καπνόφυλλα για δείκτη 4, είναι μια ένδειξη ότι με την υπερλίπανση της καλλιέργειας με P δεν βελτιώνεται η ποιότητα του καπνού.



### Ποικιλία Ελασσόνα

Η ποικιλία Ελασσόνα τύπου Ανατολικού καπνού, καλλιεργείται σε ποσοστό 14% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Καρδίτσας, σε 96% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Λάρισας και σε 78% των μελετηθέντων εδαφών του Ν. Τρικάλων. Η ποικιλία καλλιεργείται κυρίως σε εδάφη αλκαλικά (41%) και ουδέτερα (23%), ενώ το 23% των εδαφών έχουν διαθέσιμο  $P > 26 \text{ ppm}$ , είναι δηλαδή επαρκώς εφοδιασμένα σε P (Σχήμα 3). Το 30% των δειγμάτων στα οποία προσδιορίστηκε ο P, έχουν μέση συγκέντρωση  $P \leq 0,13\% \text{ Ξ.Ο.}$  και είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε P, το 68% έχουν μέση συγκέντρωση P από 0,13-0,3% Ξ.Ο., ενώ μόνο το 2% έχουν μέση συγκέντρωση  $P > 0,3\% \text{ Ξ.Ο.}$  (Σχήμα 4).

Η απόδοση της ποικιλίας είναι κατά μέσο όρο 241kg/στρ. Στη συνολική απόδοση, το 1<sup>ο</sup> χέρι συμμετέχει κατά 15-25%, το 2<sup>ο</sup> κατά 20-30%, το 3<sup>ο</sup> κατά 30-40% και το 4<sup>ο</sup> χέρι συμμετέχει κατά 15-25%. Λαμβάνοντας τη μέση απόδοση κάθε χεριού συλλογής, το 1<sup>ο</sup> χέρι αποδίδει περίπου 48,2kg/στρ., το 2<sup>ο</sup> χέρι περίπου 60,25kg/στρ., το 3<sup>ο</sup> χέρι περίπου 84,35kg/στρ. και το 4<sup>ο</sup> χέρι περίπου 48,2kg/στρ. Σύμφωνα με τις παραπάνω αποδόσεις και με τη μέση συγκέντρωση σε P ανά χέρι συλλογής του καπνού, στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου απομακρύνονται αντίστοιχα 0,08kg P/στρ. με το 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, 0,096kg P/στρ. με το 2<sup>ο</sup> χέρι, 0,143kg P/στρ. με το 3<sup>ο</sup> χέρι και 0,086kg P/στρ. με το 4<sup>ο</sup> χέρι, ενώ συνολικά απομακρύνονται 0,405kg P/στρ (Σχήμα 7.1).

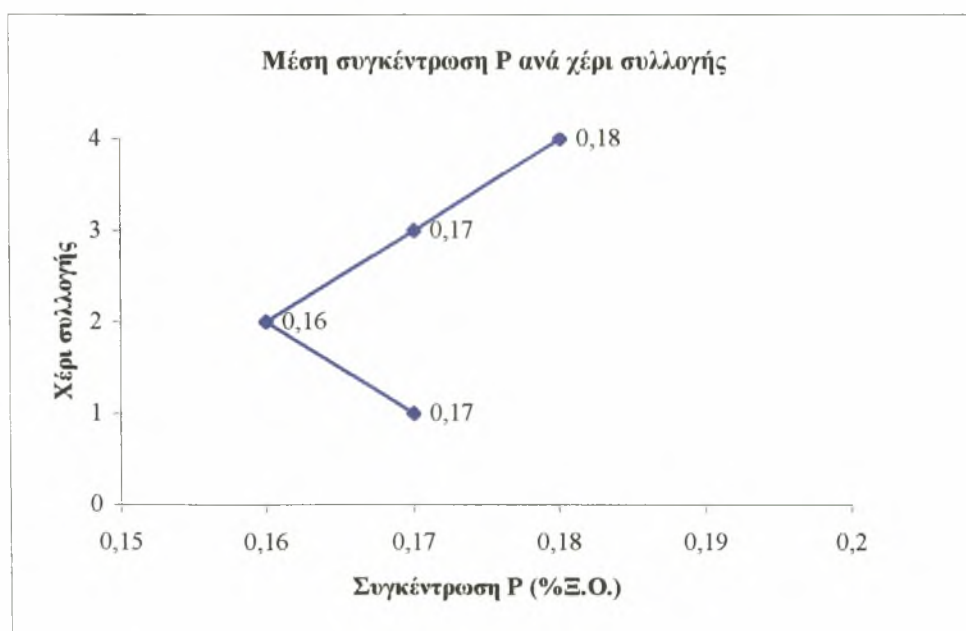
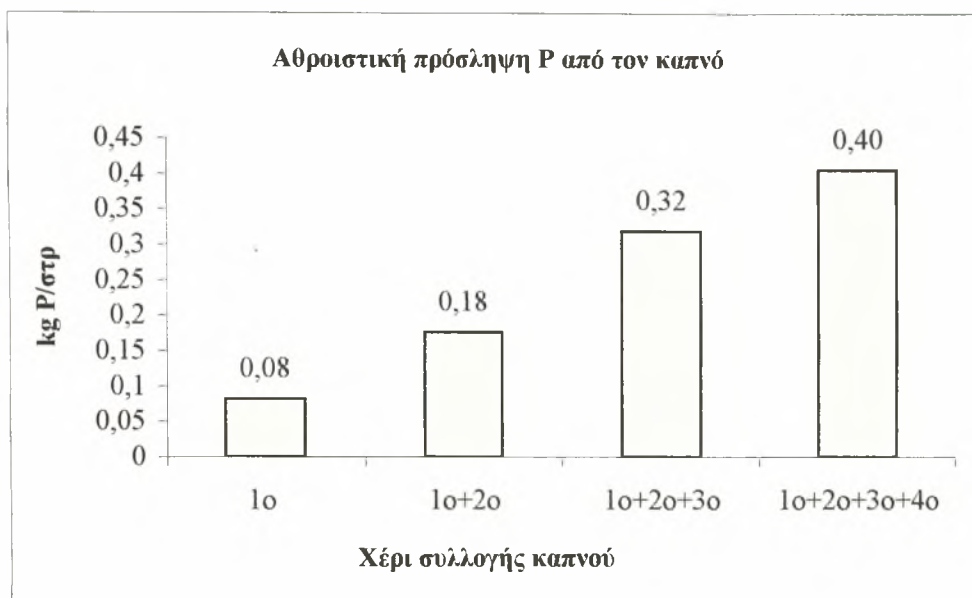
Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής του καπνού και πίνακας με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος. Στους παρακάτω πίνακες βασίζονται και τα σχήματα που ακολουθούν.

Στατιστικά στοιχεία κατά χέρι συλλογής καπνού

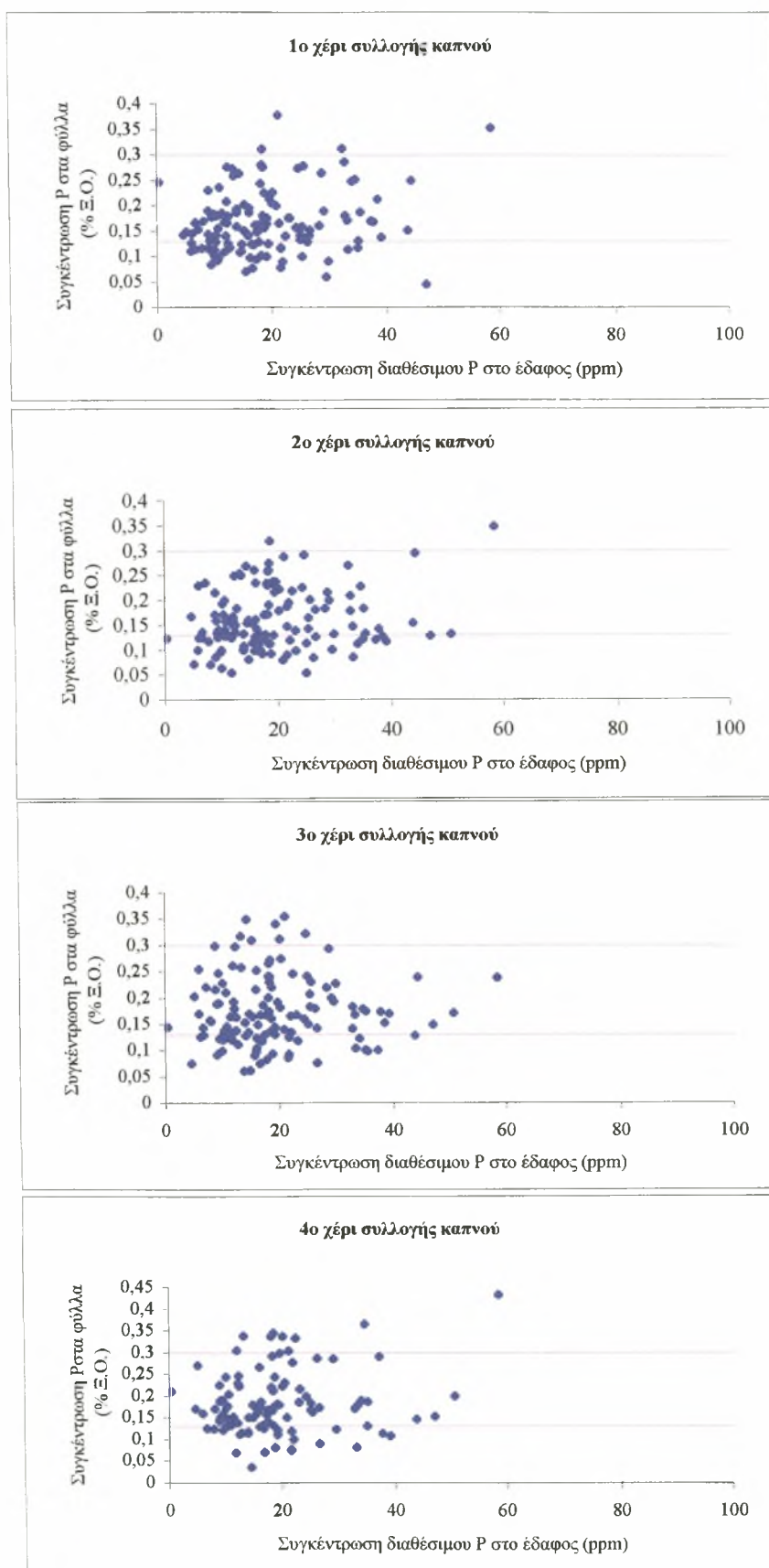
Χέρι συλλογής	1 <sup>ο</sup> χέρι	2 <sup>ο</sup> χέρι	3 <sup>ο</sup> χέρι	4 <sup>ο</sup> χέρι	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	124	126	126	102	478
Ελάχιστο	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04
Μέγιστο	0,38	0,35	0,35	0,43	0,43
M.O.	0,17	0,16	0,17	0,18	0,17
Τυπική απόκλιση	0,006	0,006	0,006	0,007	0,006

Στατιστικά στοιχεία κατά δείκτη διαθέσιμου P στο έδαφος

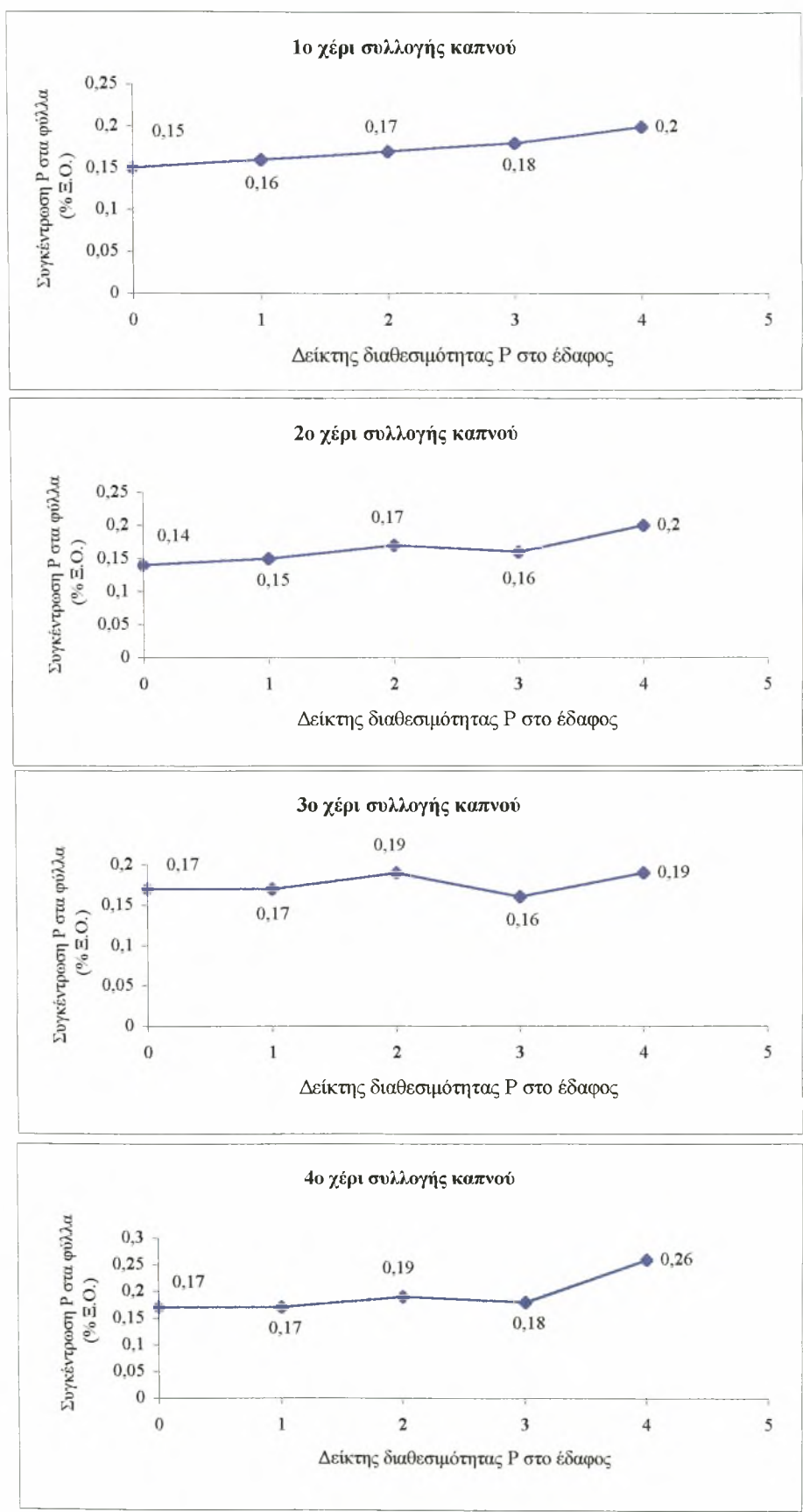
Δείκτης διαθέσιμου P	0	1	2	3	4	5	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	20	37	47	24	3	0	131
Ελάχιστο	0,38	10,07	16,04	26,16	47,02	0	0,38
Μέγιστο	9,55	15,99	25,6	44,35	58,5	0	58,5
M.O.	7,42	12,74	20,08	33,4	52,05	0	19,25
Τυπική απόκλιση	2,28	1,9	2,7	4,9	5,8	0	10,26



**Σχήμα 7.1.** Αθροιστική πρόσληψη P και σχέση μεταξύ συγκέντρωσης P κατά χέρι συλλογής στην ποικιλία καπνού Ελασσόνα



**Σχήμα 7.2.** Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι συλλογής στην ποικιλία καπνού Ελασσόνα



**Σχήμα 7.3.** Σχέση μεταξύ δεικτών διαθέσιμου P στο έδαφος και συγκέντρωσης P στα φύλλα κατά χέρι συλλογής στην ποικιλία καπνού Ελασσόνα

Όπως παραπάνω, από το Σχήμα 7.2 προκύπτει το Σχήμα 7.3. Από τη μελέτη των Σχημάτων παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Στο 1<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, για δείκτες διαθέσιμου P 0 και 1, η συγκέντρωση των καπνόφυλλων σε P βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού. Σε δείκτες 2, 3 και 4, η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα αυξάνεται σε πιο φυσιολογικά επίπεδα.
- Στο 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθέσιμου P στο έδαφος είναι 0 και 1, παρατηρείται πολύ χαμηλή συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα. Για δείκτες διαθέσιμου P 2 και 3, η συγκέντρωση των καπνόφυλλων σε P βρίσκεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα και μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου καπνού, ενώ για δείκτη 4 παρατηρείται ικανοποιητική συγκέντρωση P στα φύλλα.
- Το 3<sup>ο</sup> και το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά μεταξύ τους. Για δείκτες διαθέσιμου P 0 και 1, παρατηρείται πολύ χαμηλή συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα. Στη συνέχεια, παρατηρείται ικανοποιητική συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα για δείκτη 2, 3 και 4, ενώ εμφανίζεται μικρή μείωση της συγκέντρωσης για δείκτη 3.
- Η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 2<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 0. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται σε φύλλα από το 4<sup>ο</sup> χέρι συλλογής, όταν ο δείκτης διαθεσιμότητας P στο έδαφος έχει την τιμή 4.

Από τα παραπάνω είναι εμφανής η παρόμοια συμπεριφορά των καπνών Virginia και Ελασσόνα με τη διαφορά ότι τα καπνά Ελασσόνας καλλιεργούνται σε εδάφη με μικρότερες συγκεντρώσεις διαθέσιμου P χωρίς να εμφανίζουν έλλειψη P. Για την ικανοποιητική ανάπτυξη της καλλιέργειας απαιτείται συγκέντρωση διαθέσιμου P στο έδαφος >15ppm.

Από τη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων των αναλύσεων και των τριών τύπων καπνού, παρατηρούνται τα παρακάτω:

1. Οι μεγαλύτερες μέσες συγκεντρώσεις P παρατηρούνται στα καπνόφυλλα των Burley, ενώ ακολουθεί η ποικιλία Ελασσόνα και οι μικρότερες μέσες συγκεντρώσεις εμφανίζονται στα καπνά Virginia.



2. Οι ποικιλίες Virginia και Ελασσόνα εμφανίζουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά (Λόλας, Π., 1996). Τα καπνά Virginia στην περιοχή της Θεσσαλίας, καλλιεργούνται κατά 55% σε εδάφη πλούσια σε P αλλά σε 43% των δειγμάτων παρουσιάστηκε έλλειψη P, ενώ η ποικιλία Ελασσόνα που καλλιεργείται στη Θεσσαλία, μόνο κατά 23% σε εδάφη πλούσια σε P, παρουσίασε έλλειψη P στο 30% των δειγμάτων. Φαίνεται λοιπόν ότι η ποικιλία Ελασσόνα καλλιεργείται ικανοποιητικά και σε πιο φτωχά σε P εδάφη. Ο λόγος του ανεπαρκούς εφοδιασμού του καπνού με P στα Virginia, είναι ίσως το ότι καλλιεργούνται και σε εδάφη όξινα, όπου η διαθεσιμότητα του P είναι μειωμένη. Αντίθετα, τα καπνά τύπου Burley καλλιεργούνται στη Θεσσαλία χωρίς προβλήματα σε όξινα, ουδέτερα και σε αλκαλικά εδάφη, καθώς όλα σχεδόν τα δείγματα ήταν επαρκώς εφοδιασμένα σε P.
3. Τα καπνά Burley στη Θεσσαλία, καλλιεργούνται σε πιο πλούσια εδάφη σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες, ενώ εμφανίζουν τη μεγαλύτερη μέση απόδοση (326kg/στρ.) και απομακρύνουν τη μεγαλύτερη ποσότητα φωσφόρου σε kg P/στρ. Τα καπνά Virginia έχουν σχεδόν την ίδια απόδοση (324kg/στρ.), αλλά απομακρύνουν περίπου τα 2/3 της ποσότητας του P σε σχέση με τα Burley. Η ποικιλία Ελασσόνα έχει τις μικρότερες αποδόσεις (241kg/στρ.) και απομακρύνει τις μικρότερες ποσότητες P κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου.
4. Γενικά, η συγκέντρωση του P είναι μεγαλύτερη στο ανώτερο τμήμα του φυτού (3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> χέρι), γεγονός που συμφωνεί και με τη βιβλιογραφία (Nelson, 1980).

### 3.3. Δημιουργία θεματικών χαρτών

Από τα δεδομένα που προέκυψαν από τις αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων, επιλέχθηκαν τρεις περιοχές του Ν. Καρδίτσας, που εντοπίζονται στο ίδιο φύλλο (No 18) του εδαφολογικού χάρτη και χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία 3 πιλοτικών, μονοθεματικών, ψηφιακών χαρτών. Συγκεκριμένα, η χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε στις περιοχές Λεονταρίου (029), Ασημοχωρίου (011) και Ανάβρας (008) και δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες διαθεσιμότητας εδαφικού φωσφόρου, εδαφικού pH και ποσοστού CaCO<sub>3</sub> στο έδαφος.

Κατασκευάστηκαν και ψηφιοποιήθηκαν 4 διαφορετικά επίπεδα (layers). Τα τρία πρώτα επίπεδα είναι κοινά και στους τρεις χάρτες και περιλαμβάνουν: 1) το βασικό χάρτη με τα όρια των χαρτογραφηθέντων περιοχών και τις εδαφικές χαρτογραφικές

μονάδες, 2) τους οικισμούς και 3) το οδικό δίκτυο. Το τέταρτο επίπεδο περιλαμβάνει αντίστοιχα για κάθε χάρτη την ταξινόμηση ανά δείκτη διαθεσιμότητας εδαφικού P, την ταξινόμηση ανά τιμή pH και την ταξινόμηση ανά ποσοστό  $\text{CaCO}_3$  των μελετηθέντων περιοχών. Με τη σύνθεση των 4 επιπέδων συντάχθηκαν οι τελικοί θεματικοί χάρτες διαθεσιμότητας των αναλυθέντων στοιχείων.

Οι χαρτογραφικές μονάδες που παρουσιάζονται στον ψηφιακό χάρτη είναι οι: B434/A00/Axh, C435/A01/Vxc, A3\*3\*4\*/A00/Eox, C435/A02/Vxc, B334/A01/Axh, B334/A02/Iox, B434/B10/Axh, B4\*3\*5\*/A00/Ioxn, C434/A00/Axh, B434/B10/Axh και A3\*3\*4\*/B00/Eox. Όλες οι μονάδες ταξινομήθηκαν με βάση το ποσοστό του  $\text{CaCO}_3$ , ενώ μόνο οι τρεις πρώτες μελετήθηκαν για τα επίπεδα διαθέσιμου P και για τις τιμές του pH. Για την ταξινόμηση των εδαφών κατά δείκτη διαθέσιμου P και κατά τιμή pH, ελήφθησαν και αναλύθηκαν εδαφικά δείγματα από 23 θέσεις δειγματοληψίας στις μονάδες B434/A00 Axh, C435/A01 Vxc και A3\*3\*4\*/A00 Eox.

#### **Θεματικός χάρτης $\text{CaCO}_3$**

Ο πιλοτικός, ψηφιακός, θεματικός χάρτης 1 (Χάρτης 1) δημιουργήθηκε με βάση το ποσοστό του  $\text{CaCO}_3$  στο έδαφος. Οι εδαφολογικές μονάδες B434/A00/Axh (1), C435/A01/Vxc (2) και A3\*3\*4\*/A00/Eox (3) χαρακτηρίστηκαν σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, ενώ οι εδαφολογικές μονάδες C435/A02/Vxc (4), B334/A01/Axh (5), B334/A02/Iox (6), B434/B10/Axh (7), B4\*3\*5\*/A00/Ioxn (8), C434/A00/Axh (9), B434/B10/Axh (10) και A3\*3\*4\*/B00/Eox (11) χαρακτηρίστηκαν σύμφωνα με τον δείκτη ποσοστού  $\text{CaCO}_3$  του χαρτογραφικού συμπλόκου.

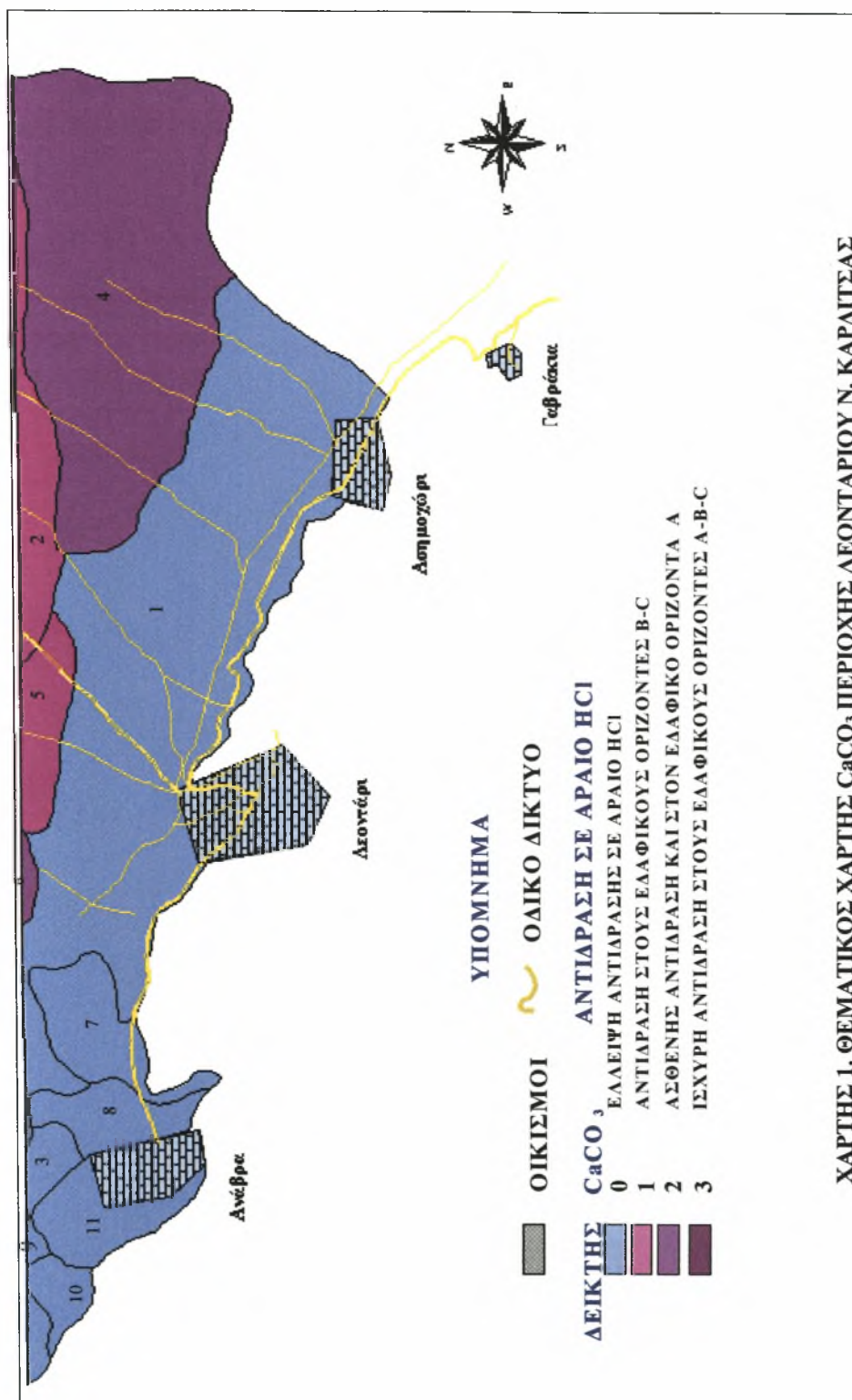
#### **Θεματικός χάρτης του pH στο έδαφος**

Στον πιλοτικό, ψηφιακό χάρτη 2 (Χάρτης 2) παρουσιάζεται το εύρος του pH του εδάφους στις χαρτογραφικές μονάδες B434/A00/Axh, C435/A01/Vxc και A3\*3\*4\*/A00/Eox.

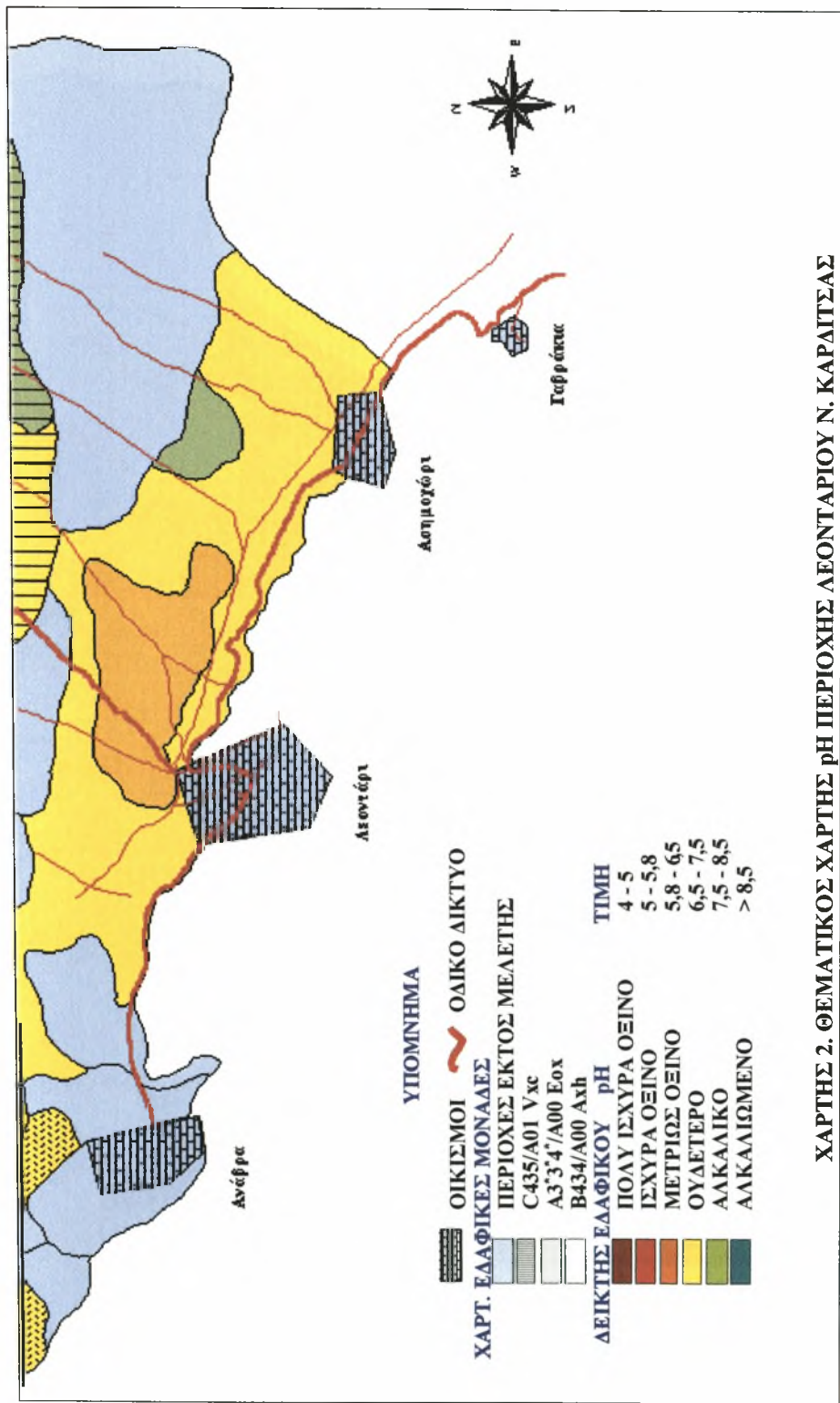
#### **Θεματικός χάρτης του διαθέσιμου P στο έδαφος**

Ο πιλοτικός, ψηφιακός, θεματικός χάρτης 3 (Χάρτης 3), απεικονίζει τη διαθεσιμότητα του εδαφικού P στις εδαφολογικές μονάδες B434/A00/Axh, C435/A01/Vxc και στην A3\*3\*4\*/A00/Eox.

Από τη μελέτη των θεματικών χαρτών παρατηρείται ότι η περιοχή που χαρακτηρίζεται με δείκτη διαθέσιμου P 0, έχει τιμή  $\text{pH}=7,6-8,5$ , ενώ ο δείκτης έχει τη μεγαλύτερη τιμή (3) σε περιοχές που χαρακτηρίζονται ουδέτερες ή μετρίως όξινες και με δείκτη  $\text{CaCO}_3$ .

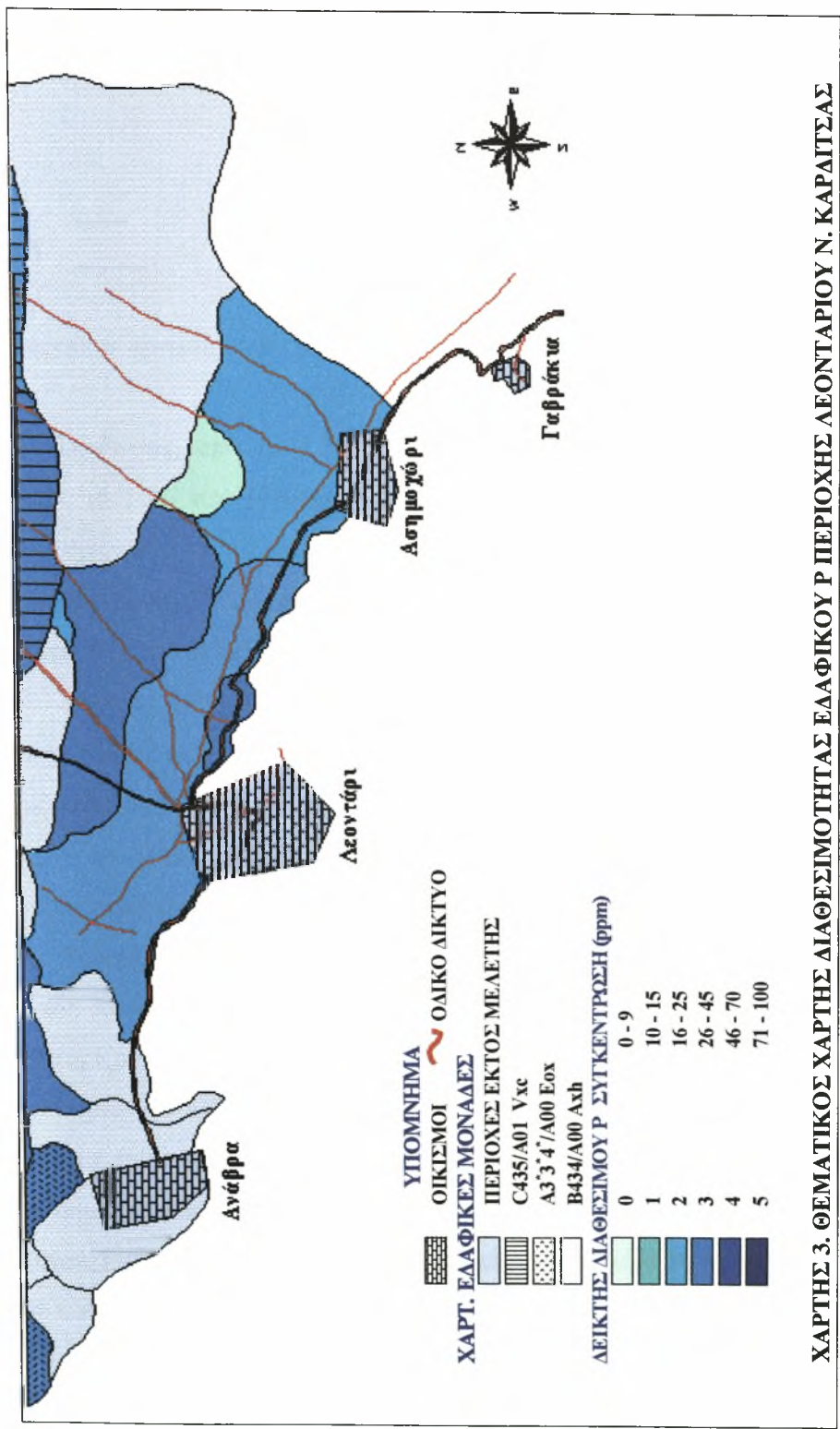


ΧΑΡΤΗΣ 1. ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ  $\text{CaCO}_3$  ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ



ΧΑΡΤΗΣ 2. ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ pH ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ Ν. ΚΑΡΑΪΤΣΑΣ





ΧΑΡΤΗΣ 3. ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΦΙΚΟΥ Ρ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΛΕΟΝΤΑΡΙΟΥ Ν. ΚΑΡΑΙΤΣΑΣ



### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 4.1. Εδάφη

Στην παρούσα εργασία από τη μελέτη της οξύτητας των εδαφών προκύπτουν τα εξής:

Στο Ν. Καρδίτσας, από τα 2.525 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 10% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως ισχυρώς όξινα ( $\text{pH}=4-5$ ), το 17% χαρακτηρίζονται ως όξινα ( $\text{pH}=5,1-5,8$ ), το 27% χαρακτηρίζονται ως μετρίως όξινα ( $\text{pH}=5,9-6,5$ ), το 39% χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα ( $\text{pH}=6,6-7,5$ ) και το 7% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά ( $\text{pH}=7,6-8,5$ ).

Στο Ν. Λάρισας, από τα 1.535 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 2% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως ισχυρώς όξινα ( $\text{pH}=4-5$ ), το 19% χαρακτηρίζονται ως όξινα ( $\text{pH}=5,1-5,8$ ), το 19% χαρακτηρίζονται ως μετρίως όξινα ( $\text{pH}=5,9-6,5$ ), το 28% χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα ( $\text{pH}=6,6-7,5$ ) και το 32% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά ( $\text{pH}=7,6-8,5$ ).

Στο Ν. Τρικάλων, από τα 774 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 3% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως μετρίως όξινα ( $\text{pH}=5,9-6,5$ ), το 15% χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα ( $\text{pH}=6,6-7,5$ ) και 82% των εδαφών χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά ( $\text{pH}=7,6-8,5$ ).

Τα εδάφη με τιμή  $\text{pH}<5,8$  παρουσιάζουν άμεσα τον κίνδυνο της περαιτέρω οξίνισης. Μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στην καλλιέργεια και στην ποιότητα ορισμένων τύπων καπνού, καθώς σε χαμηλές τιμές  $\text{pH}$  του εδάφους μειώνεται η διαθεσιμότητα του φωσφόρου και άλλων θρεπτικών στοιχείων.

Από τη μελέτη της διαθέσιμης ποσότητας του P στο έδαφος, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Στο Ν. Καρδίτσας, από τα 2.525 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 2% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη διαθεσιμότητας 0 (0-

9ppm), το 8% χαρακτηρίζονται με δείκτη 1 (10-15ppm), το 29% χαρακτηρίζονται με δείκτη 2 (16-25ppm), το 48% χαρακτηρίζονται με δείκτη 3 (26-45ppm), το 12% χαρακτηρίζονται με δείκτη 4 (45-70ppm) και το 1% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 5 (>70ppm).

Στο Ν. Λάρισας, από τα 1.535 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 11% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη διαθεσιμότητας 0 (0-9ppm), το 27% χαρακτηρίζονται με δείκτη 1 (10-15ppm), το 41% χαρακτηρίζονται με δείκτη 2 (16-25ppm), το 16% χαρακτηρίζονται με δείκτη 3 (26-45ppm), το 3% χαρακτηρίζονται με δείκτη 4 (45-70ppm) και το 1% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 5 (>70ppm).

Στο Ν. Τρικάλων, από τα 774 στρέμματα εδαφών με καπνοκαλλιέργεια που μελετήθηκαν, το 6% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη διαθεσιμότητας 0 (0-9ppm), το 24% χαρακτηρίζονται με δείκτη 1 (10-15ppm), το 38% χαρακτηρίζονται με δείκτη 2 (16-25ppm), το 29% χαρακτηρίζονται με δείκτη 3 (26-45ppm) και το 3% των εδαφών χαρακτηρίζονται με δείκτη 4 (45-70ppm).

#### 4.2. Καπνός

Σε γενικές γραμμές, για την παραγωγή καπνού ανώτερης ποιότητας και για να είναι η συγκέντρωση P στα καπνόφυλλα σε ικανοποιητικά επίπεδα, είναι προτιμότερο να καλλιεργείται ο καπνός σε εδάφη μετρίως όξινα και ουδέτερα ( $\text{pH} > 5,8$ ), με συγκέντρωση διαθέσιμου  $\text{P} > 20\text{mg/kg}$  εδάφους (δείκτες 3, 4 και 5) (Κεφάλαιο 1). Με βάση τις προϋποθέσεις αυτές, από τη μελέτη των φυτικών δειγμάτων καπνού τριών διαφορετικών ποικιλιών, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Ο τύπος καπνού Virginia στη Θεσσαλία καλλιεργείται κατά 83% σε εδάφη με τιμή  $\text{pH} > 5,8$  και κατά 55% σε εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $\text{P} > 26\text{mg/kg}$  εδάφους. Το 43% των δειγμάτων εδάφους είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε P. Γενικά, απαιτούνται εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $\text{P} > 45\text{ppm}$  (δείκτες 4 και 5) για να είναι η συγκέντρωση του P στα καπνόφυλλα σε ικανοποιητικά επίπεδα.
2. Ο τύπος καπνού Burley στη Θεσσαλία καλλιεργείται κατά 54% σε εδάφη με τιμή  $\text{pH} > 5,8$  και κατά 59% σε εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $\text{P} > 26\text{mg/kg}$  εδάφους. Το 4% των δειγμάτων εδάφους είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε P. Γενικά,

- απαιτούνται εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $P > 26 \text{ ppm}$  (δείκτες 3 και 4) για να είναι η συγκέντρωση του  $P$  στα καπνόφυλλα σε ικανοποιητικά επίπεδα.
3. Η ποικιλία Ελασσόνα καλλιεργείται κατά 80% σε εδάφη με τιμή  $\text{pH} > 5,8$  και κατά 23% σε εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $P > 26 \text{ mg/kg}$  εδάφους. Το 30% των δειγμάτων είναι ανεπαρκώς εφοδιασμένα σε  $P$ . Απαιτούνται εδάφη με συγκέντρωση διαθέσιμου  $P > 26 \text{ ppm}$  (δείκτες 3 και 4) για να είναι η συγκέντρωση του  $P$  στα καπνόφυλλα σε ικανοποιητικά επίπεδα.
  4. Τα καπνά Burley παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μέσες συγκεντρώσεις  $P$  ανά χέρι συλλογής, ενώ ακολουθούν τα καπνά Ελασσόνας και οι μικρότερες μέσες συγκεντρώσεις ανά χέρι εμφανίζονται στα καπνά της ομάδας Virginia.
  5. Τα καπνά Burley έχουν τις μεγαλύτερες αποδόσεις και απομακρύνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες φωσφόρου στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Ακολουθούν τα καπνά Virginia, ενώ τα καπνά ποικιλίας Ελασσόνας, που όπως αναφέρεται έχουν τις μικρότερες αποδόσεις, απομακρύνουν τις μικρότερες ποσότητες φωσφόρου στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου.
  6. Και για τους τρεις τύπους καπνού (Virginia, Burley, Ανατολικά) της μελέτης, είναι εμφανής η επίδραση και άλλων παραγόντων, εκτός της συγκέντρωσης του διαθέσιμου  $P$  στο έδαφος, που επιδρούν στην απορρόφηση και στη συγκέντρωση του  $P$  στα φύλλα.
  7. Στα εδάφη που έχουν ποσότητα διαθέσιμου  $P < 15 \text{ ppm}$  (δείκτες 0 και 1) είναι πιθανόν να παρατηρηθούν τροφοπενίες  $P$  στα καπνόφυλλα, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου καπνού. Γι' αυτούς τους λόγους, στα εδάφη αυτά προτείνεται προσθήκη φωσφορικών λιπασμάτων ως βασική λίπανση μέχρι την αύξηση της συγκέντρωσης του διαθέσιμου  $P$  στο έδαφος σε ποσότητες  $> 26 \text{ ppm}$ .
  8. Στα εδάφη που εμφανίζουν δείκτη διαθέσιμου  $P$  2 ( $16-25 \text{ ppm}$ ) μπορούν να καλλιεργηθούν οι ποικιλίες Ελασσόνα και Burley και συνίσταται η προσθήκη φωσφορικών λιπασμάτων σε δόσεις συντήρησης.
  9. Στα εδάφη που εμφανίζουν δείκτες διαθέσιμου  $P$  3, 4 και 5 ( $26-70 \text{ ppm}$ ), μπορούν να καλλιεργηθούν και οι τρεις τύποι καπνού. Στα εδάφη αυτά (συγκέντρωση  $P > 26 \text{ mg/kg}$  εδάφους) πρέπει να γίνεται ορθολογική λίπανση με φωσφορικά λιπάσματα, ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα στην απορρόφηση άλλων θρεπτικών στοιχείων (π.χ. μαγνήσιο) από τα φυτά, αλλά και να αποφευχθεί η

μετακίνηση του φωσφόρου προς τους υδάτινους αποδέκτες, που θα είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ευτροφικών καταστάσεων. Για τη σωστή διαχείριση των εδαφών πρέπει να ελεγχθούν και οι επιδράσεις άλλων εδαφικών και κλιματικών παραγόντων (όπως το pH, η υγρασία, η θερμοκρασία, η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου, κ.α.) που επιδρούν στη διαθεσιμότητα και στην απορρόφηση του διαθέσιμου P από τα φυτά.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη σωστή λιπαντική αγωγή των ποικιλιών καπνού που καλλιεργούνται στις περιοχές μελέτης. Η βέλτιστη λιπαντική αγωγή του καπνού, αφ' ενός δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για εξασφάλιση άριστης ποιότητας καπνού και αφετέρου εξασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος από τα φωσφορικά ιόντα.

Για την καλύτερη επίτευξη των ανωτέρω σκοπών και για την αξιοποίηση των δεδομένων, προτείνεται η δημιουργία ψηφιακών, θεματικών χαρτών των υπό μελέτη περιοχών, με τη χρήση ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (GIS) και οι οποίοι βασίζονται στους λεπτομερείς εδαφολογικούς χάρτες (1:20.000). Με τους ψηφιακούς χάρτες είναι δυνατή η διαχρονική μελέτη και η παρακολούθηση των παραμέτρων που μετρήθηκαν στις υπό μελέτη περιοχές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Anderson, G., 1980.** Assessing organic phosphorus in soils. p. 411-431. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
2. **Bache, B.W., 1964.** Aluminum and iron phosphate studies relating to soils. II. Reactions between phosphate and hydrous oxides. *J. Soil Sci.* 15:110-116.
3. **Barber, S., 1980.** *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 21. ASA-CSSA-SSSA, USA.
4. **Barrow, N.J., 1980b.** Evaluation and utilization of residual phosphorus in soils. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
5. **Barrow, N.J. 1983.** On the reversibility of phosphate sorption by soils. *J. Soil Sci.* 34: 751-758.
6. **Βασιλειάδης, Γ., Λόλας, Π., 1996.** Ιστορία του καπνού - ΕΟΚ και ΚΙΕ. σελ. 15-21. *Οδηγός καλλιέργειας καπνού – Ανατολικά – Virginia - Burley.* σελ. 223. Εθνικός Οργανισμός Καπνού. Δράμα, 1996.
7. **Bingham, F.T., 1962.** Chemical soil tests for available phosphorus. *Soil Sci.* 94: 87-95. In Soil Science Society of America, 1990: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
8. **Brady, N.C., 1990.** *The nature and properties of soils*, 10<sup>th</sup> edn. Macmillan Publishing Company, NY, 621 pp.



9. **Burrough, P.A., 1986.** *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford Science Publications.
  
10. **Γαλόπουλος, Α., 1996.** Τύποι καπνού στην Ελλάδα. σελ. 25-45. *Οδηγός καλλιέργειας καπνού - Ανατολικά - Virginia - Burley*. σελ. 223. Εθνικός Οργανισμός Καπνού. Δράμα, 1996.
  
11. **Cathcart.B.J., 1980.** *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 1. ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
12. **Catt, J.A., Howse, K.R., Farina, R. Brockie, D., Todd, A., Chambers, B.J., Hodgkinson, R., Harris, G.L. and Quinton, J.N., 1998.** Phosphorus losses from arable land in England. *Soil Use and Management*, 14, 168-174.
  
13. **Cole, C.V., Innis, G.S., Stewart, J.W.B., 1977.** Simulation of phosphorus cycling in semi-arid grasslands. *Ecology* 58: 1-15. *In Soil Science Society of America, 1990: Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
  
14. **Dalal, R.C., 1977.** Soil organic phosphorus. *Adv. Agron.* 29: 83-117.
  
15. **Dalal, R.C., Hallsworth, E.G., 1976.** Evaluation of the parameters of soil phosphorus availability factors in predicting yield response and phosphorus uptake. *Soil Sc. Plant An. J.* 40: 541-545.
  
16. **Davidson, D.A., Theocharopoulos, S.P., Bloksma, R.J., 1992.** A land evaluation project in Greece using GIS and based on Boolean and fuzzy set methodologies. *Int. J. Geographical Information Systems*. Vol. 8, no 4, 369-384.
  
17. **Dent, D., Young, A., 1993.** *Soil Survey and Land evaluation*. E&FN SPON. London. pp. 278.

18. **Epstein, E., 1972.** *Mineral Nutrition of Plants. Principles and Perspectives.* John Wiley and Sons Inc.
19. **Θεοχαρόπουλος, Σ.Π., 1999.** *Γένεση – Ταξινόμηση - Χαρτογράφηση εδαφών.* Σημειώσεις μαθήματος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
20. **F.A.O., 1976.** A Framework for land evaluation. *F.A.O. Soils Bulletin* 32. Rome. pp 79.
21. **Farina, M.P.W., Channon, P., 1979.** A comparison of several P availability indexes. *Gewasproduksie* 8: 165-169. *In Soil Science Society of America, 1990: Soil Testing and Plant Analysis, 3<sup>rd</sup> ed.* SSSA.
22. **Fixen, P.E., Ludwick, A.E., 1982.** Residual available phosphorus in near-neutral and alkaline soils: II. Persistence and quantitative estimation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 335-338.
23. **Hingston, F.J., Atkinson, R.J., Posner, A.M., 1967.** Specific adsorption of anions. *Nature* 215: 1459-1461.
24. **Hingston, F.J., Atkinson, R.J., Posner, A.M., 1968.** Specific adsorption of anions on goethite. *Int. Congr. Soil Sci., Trans. 9<sup>th</sup> (Adelaide, Aust.) I:* 669-678.
25. **Holford, I.C.R., 1977.** Soil properties related to phosphate buffering in calcareous soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 8: 125-137.
26. **Holford, I.C.R., 1997.** Soil phosphorus: its measurement and its uptake by plants. *Austr. J. Soil Res.* 35: 227-239.
27. **Hsu, P.H., and Rennie, D.A., 1962.** Reactions of phosphate in aluminum systems. I. Adsorption of phosphate by x-ray amorphous aluminum oxide. *Can. J. Soil Sci.*

- 42:197-209. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
28. **Jones, J.B., 1973.** Soil testing in the United States. Commun. *Soil Sci. Plant Anal.* 4: 307-322. In Soil Science Society of America, 1990: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
29. **Jones, J.B., Case, V.W., 1990.** *Soil Testing and Plant Analysis*, Chapter 15. Soil Science Society of America, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
30. **Kamparth and Watson, 1980.** *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 16. ASA-CSSA-SSSA, USA.
31. **Larsen, S., Gunary D., Sutton, C.D., 1965.** The rate of immobilization of applied phosphate in relation to soil properties. *J. Soil Sci.* 16: 142-148.
32. **Larsen, S., Parton, D.J., Svensson, Inga-Lisa, 1963.** Reaction between monocalcium phosphate and calcium carbonate. *Nature* 197:317, In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
33. **Lindsay, W.L., Frazier, A.W., Stephenson, H.F., 1962.** Identification of reaction products from phosphate fertilizers in soils. *Soil Sc. Soc. Am. Proc.* 26: 446-452. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
34. **Lolas, P., 1996.** Tobacco production and importance in Greece. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* 10: 10-17.
35. **Λόλας, 1996.** Παραγωγή καπνού ποιότητας. Θεσσαλονίκη.

36. Λόλας, Π., 1991. Χωράφι 1 και 2. σελ. 21-29. *Οδηγός καλλιέργειας Βιρτζίνια*. σελ. 128. Δράμα 1991.
37. Lolas, P.C., Collins, W.K., Hawks, S.M., Selmann. H., Weeks, W.W., 1978. Effects of phosphorus rates on the chemical composition of flue-cured tobacco grown in soils with varying phosphorus availability. *Tobacco Science XXIII*: 31-34.
38. MAFF, 1988. *Fertilizer Recommendations*. Reference Book 209. HMSO, London.
39. Mc Clellan, Gremillion, 1980. *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 3. ASA-CSSA-SSSA, USA.
40. Μήτσιος, Ι.Κ., 2000. *Γονιμότητα – Θρέψη φυτών*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
41. Μήτσιος, Ι.Κ. et al., 2000. *Εδαφολογική Μελέτη και Εδαφολογικός Χάρτης του αγροκτήματος του Π.Θ. στην περιοχή Βελεστίνου*. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
42. Μήτσιος, Ι.Κ., 1999. *Εδαφολογία*, Εκδόσεις Zymel.
43. Morgan, M.A., 1997. Phosphorus Loss from Soil to Water, Chapter 6. CAB International, UK.
44. Moser, U.S., Sutherland, W.H., Black, C.A., 1959. Evaluation of laboratory indexes of adsorption of soil phosphorus by plants: I. *Plant Soil* 10: 356-374. *In Methods of soil analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties*. ASA-SSSA. USA.
45. Μυλωνάς, Β., 1995. Επιδράσεις της λίπανσης, της γονιμότητας του εδάφους και της άρδευσης στα Ανατολικά καπνά. *1<sup>ο</sup> Επιστημονικό Συνέδριο για τον Καπνό*.

46. **Μυλωνάς, Β., 1982.** *Καλλιεργητικές φροντίδες καπνού. Σπορεία – Χωράφι – Φυτεία.*  
Δράμα. Εκδόσεις Εθνικού Οργανισμού Καπνού.
  
47. **Muljadi, D., Posner, A.M., Quirk, J.P., 1966a.** The mechanism of phosphate adsorption by kaolinite, gibbsite and pseudoboehmite. Part I. The isotherm and the affect of pH on adsorption. *J. Soil Sci.* 17: 212-229. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
48. **Muljadi, D., Posner, A.M., Quirk, J.P., 1966b.** The mechanism of phosphate adsorption by kaolinite, gibbsite and pseudoboehmite. Part II. The location of adsorption sites. *J. Soil Sci.* 17: 230-237. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
49. **Muljadi, D., Posner, A.M., Quirk, J.P., 1966c.** The mechanism of phosphate adsorption by kaolinite, gibbsite and pseudoboehmite. Part III. The effect of temperature on the adsorption. *J. Soil Sci.* 17: 238-247. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
50. **Murphy, J., Riley J.P., 1962.** A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27: 31-36.
  
51. **Nakaru, T., Uehara, G., 1972.** Anion adsorption in ferruginous tropical soils. *Soil Sc. Soc. Am. Proc.* 36: 296-300. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
52. **Nelson, L.E., 1980.** *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 25. ASA-CSSA-SSSA, USA.
  
53. **Ντζανής, Η., 1995.** Αφιέρωμα: Ορθολογική λίπανση των καλλιεργειών. Λίπανση του καπνού. *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, 9:118-132.



54. **Nye, P.H., Tinker, P.B., 1977.** Studies in Ecology, Volume 4. *Solute movement in the soil-root system*. Blackwell Scientific Publications.
55. **Olsen, S.R., Bowman, R.A., Watanable F.S., 1977.** Behavior of phosphorus in the soil and interaction with other nutrients. *Phosphorus Agrc.* 70: 31-46. In Soil Science Society of America, 1990: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
56. **Olsen, S.R., Kemper, W.D., 1968.** Movement of nutrients to plants root. *Adv. Agron.* 20. 91-151.
57. **Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982.** *Methods of soil analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties*. ASA-SSSA. USA.
58. **Parfitt, R.L., Atkinson, R.J., Smart, R.St.C., 1975.** The mechanism of phosphate fixation by iron oxides. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39: 837-841.
59. **Πετράκης, Π.Β., 1998.** *GIS-Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*. Θεωρία, Εφαρμογές και Τεχνολογία, Σημειώσεις, ΕΛΚΕΠΑ.
60. **Pissarides, A., Stewart, J.W.B., Rennie, D.A., 1968.** Influence of cation saturation on phosphorus adsorption by selected clay minerals. *Can. Soil Sci.* 48: 151-157. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
61. **Ritchie, G.S.P. and Weaver, D.M. 1993.** Phosphorus retention and release from sandy soils of the Peel-Harvey catchment. *Fertilizer Research*, 36, 115-122.
62. **Rowell, D.L., 1994.** *Soil Science. Methods and Applications*, Longman Group, UK., Chapter 10.

63. Rowell, D.L., Martin, M.W., Nye, P.H., 1967. The measurement and mechanism of ion diffusion in soils. III. The effect of moisture content and soil solution concentration on the self-diffusion of ions in soils. *J. Soil Sci.* 18, 204-222.
64. Russel, E.W., 1973. *Soil Conditions and Plant Growth*. Longman.
65. Sample, E.C., Soper, R.J., Racz, G.J., 1980. *The Role of Phosphorus in Agriculture*, Chapter 11. ASA-CSSA-SSSA, USA.
66. Sawhney, B.L., 1974. Charge characteristics of soils as affected by phosphate sorption. *Soil Sc. Soc. Am. Proc.* 28: 159-160. In F.E. Khasawneh et al. (ed.) *The Role of Phosphorus in Agriculture*, ASA-CSSA-SSSA, USA.
67. Σιμώνης, Α., 1990. Επίπεδα φωσφορικής γονιμότητας – Ισοζύγιο P και χαρακτηριστικά δέσμευσης P των Ελληνικών εδαφών. *Πρακτικά 3<sup>ov</sup> Πανελλήνιου Εδαφολογικού Συνεδρίου*.
68. Smeck, N.E., 1985. Phosphorus dynamics in soils and landscapes. *Geoderma* 36: 185-199. In Soil Science Society of America, 1990: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
69. Smyth, T.J., Sanchez, P.A., 1982. Phosphate rock and superphosphate combinations for soybeans in a Cerado Oxisol. *Agron. J.* 74: 730-735. In Soil Science Society of America, 1990: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
70. Soil Survey Staff, 1993. USDA, *Soil Survey Manual*. Washington D.C. 20402. USA.
71. Soper, R.J., El Bagouri, I.H.M., 1964. The effect of soil carbonate level on the availability of added and native phosphorus in some calcareous soils. *Can J. Soil Sci.* 44: 337-344.

72. **Soil Survey Staff, 1975.** USDA, *Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Soil Conservation Service. USDA. Agr. Handbook, No 436. Washington D.C. 20402. USA.
73. **Σφήκας, Α.Γ., 1988.** *Ειδική Γεωργία, II*. Βιομηχανικά Φυτά. Θεσσαλονίκη.
74. **Tisdale, S.L., Nelson, W.L and Beaton, J.D., 1985.** *Soil fertility and fertilizers*, 4<sup>th</sup> edn. Macmillan Publishing Company, NY, 754 pp.
75. **Τσοτσόλης, Ν., 1994.** *Γεωργία Τεχνολογία*, Ιανουάριος 1994, σελ. 138.
76. **Τσοτσόλης, Ν., 1996.** Κλίμα – Έδαφος – Λίπανση. *Οδηγός καλλιέργειας καπνού - Ανατολικά – Virginia - Burley*. σελ. 56-69. Εθνικός Οργανισμός Καπνού. Δράμα, 1996.
77. **Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C. and Johnston A.E., 1997.** *Phosphorus Loss from Soil to Water*, Chapter 6. CAB International, UK.
78. **Uehara, G., Gillman, G.P., 1981.** The mineralogy, chemistry and physics of tropical soils with variable charge. Westview Press, Boulder, CO. *In Soil Science Society of America, 1990: Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
79. **Watanable F.S., Olsen, S.R., 1965.** Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29: 677-678.
80. **White, R.E., 1980.** Retention and release of phosphate by soil and soil constituents. *In Soil Science Society of America, 1990: Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. SSSA.
81. **Wild, A., 1950.** The retention of phosphate by soil. A review. *J. Soil Sci.* 1:221-238.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**

Πίνακας 1. Αναλύσεις εδαφών Ν. Κιρδίτσης

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECmolc/kg εδ.
001 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ									
001/128	C334/A02/Ioxf	7,31	1,31	27,7	39,5	32,8	CL	32,77	17,44
001/129	B333/A00/Axh	6,90	0,96	15,0	42,2	42,8	L	31,59	14,02
001/130	B333/A00/Axh	7,37	1,21	20,4	39,8	39,8	L	64,76	16,99
001/131	B333/A00/Axh	7,59	1,30	25,3	32,2	42,4	L	43,01	17,46
001/132	B333/A00/Axh	5,97	1,80	27,3	25,1	47,6	SiL	44,67	11,05
001/133	C334/A02/Ioxf	7,21	1,32	29,6	33,1	37,3	CL	38,67	15,82
001/134	C334/A02/Ioxf	6,37	1,48	29,5	24,4	46,2	CL	27,06	12,81
001/135	B333/A00/Axh	6,75	1,51	23,5	35,7	40,8	L	50,76	12,60
001/136	B333/A00/Axh	5,53	1,32	16,7	49,4	37,9	L	21,27	11,57
001/137	C434/A01/Axh	6,75	1,23	21,9	40,0	38,1	L	50,40	11,33
001/138	B333/A00/Axh	7,39	1,20	23,5	34,8	41,7	L	34,15	15,42
001/139	C434/A00/Axh	7,82	1,09	41,6	18,0	40,4	SiC	26,16	23,36
001/140	C434/A00/Axh	6,17	1,65	24,4	27,9	47,7	SiL	40,31	14,92
001/141	B333/A00/Axh	6,71	1,25	19,8	38,2	42,1	L	32,47	11,68
007 ΑΜΠΕΛΟΣ									
007/31	C434/A00/Axh	7,02	0,87	32,5	42,0	25,5	CL	22,05	8,77
007/32	C434/A00/Axh	6,48	1,39	23,3	41,3	35,4	L	46,98	9,40
007/33	C233/A00/Axh	7,00	1,92	30,9	34,3	34,8	CL	19,34	20,95
007/34	C233/A00/Axh	7,68	1,09	26,8	41,5	31,7	L	32,24	14,02
007/35	C233/A00/Axh	7,03	1,44	22,5	43,6	33,9	L	57,51	9,17
007/36	B333/A00/Axh	7,10	0,77	40,7	24,0	35,3	CL	37,67	12,36
007/37	B333/A00/Axh	6,93	1,79	31,1	34,0	34,8	CL	19,34	15,26
007/38	C434/A00/Axh	5,72	1,61	29,4	34,2	36,4	CL	24,76	17,79
007/39	C434/A00/Axh	6,24	1,35	22,1	39,3	38,7	L	58,21	10,33
007/40	B333/A00/Axh	4,90	1,17	26,5	38,0	35,5	L	12,64	10,01
007/41	C434/A01/Axh	4,80	0,50	24,7	37,9	37,4	L	24,02	10,09
007/42	C434/A01/Axh	4,40	1,48	23,5	45,3	31,2	L	24,48	5,10
007/43	C434/A01/Axh	6,64	1,22	28,2	32,6	39,2	CL	25,40	14,27



Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
007/44	C434/A01/Axh	6,30	1,31	24,7	41,0	34,3	L	29,92	9,58
007/45	C434/A00/Axh	6,35	1,05	31,3	30,6	38,2	CL	28,29	9,96
007/46	C233/A00/Axh	6,11	0,83	24,6	42,3	33,1	L	25,40	10,94
007/47	C434/A00/Axh	6,54	1,26	32,6	33,0	34,4	CL	27,34	16,21
007/48	C434/A00/Axh	6,95	1,21	28,4	34,7	36,9	CL	11,86	13,79
007/49	C434/A00/Axh	6,90	1,52	28,7	37,8	33,4	CL	48,14	19,00
007/50	C233/A00/Axh	7,70	1,90	29,2	24,9	45,9	CL	40,49	14,23
007/51	C233/A00/Axh	6,65	1,09	20,2	46,9	32,9	L	56,35	14,94
007/52	C434/A01/Axh	6,35	0,78	22,9	44,6	32,4	L	30,30	10,41
007/53	C434/A00/Axh	6,67	1,18	28,7	39,6	31,7	CL	47,71	15,13
007/54	C434/A01/Axh	5,62	1,44	23,7	39,3	37,0	L	49,77	9,17
007/55	C434/A01/Axh	6,52	0,83	27,4	35,6	36,9	CL	24,63	8,58
007/56	C434/A01/Axh	5,02	0,91	28,8	36,7	34,5	CL	25,92	9,21
007/57	C434/A01/Axh	5,70	1,10	25,3	29,4	45,3	L	20,87	7,26
007/58	C233/A00/Axh	6,86	1,07	23,3	41,1	35,6	L	42,81	12,44
<b>008 ΑΝΑΒΡΑ</b>									
008/67	B434/A00/Axh	6,88	0,65	38,6	32,1	29,4	CL	34,25	45,25
008/68	A3*3*4*/A00/Eoxl	6,92	1,10	45,3	33,5	21,2	C		33,13
008/69	A3*3*4*/A00/Eoxl	7,20	1,31	28,0	38,8	33,2	CL	29,27	21,24
<b>011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ</b>									
011/87	B434/A00/Axh	7,00	0,98	24,0	49,3	26,7	SCL	10,81	11,49
011/88	B434/A00/Axh	7,95	1,09	23,1	44,0	32,9	L	8,68	23,52
011/88α	C435/A01/Vxch	7,90	1,23	33,1	40,0	26,9	CL	16,69	32,90
<b>013 ΓΕΛΑΝΘΗ</b>									
013/110	B334/A02/lox	5,91	1,22	24,4	47,3	28,3	SCL	50,67	13,49
013/111	A213/A03/Efx	7,60	1,87	35,3	27,3	37,4	CL	22,85	40,53
013/112	A233/A00/Axh	5,89	1,31	27,6	34,7	37,6	CL	6,18	13,04
013/113	C332/A03/Efx	5,72	1,07	27,9	36,4	35,8	CL	22,04	10,27

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmole/kg εδ.
<b>016 ΛΕΣΧΩΣΤΡΙ</b>									
016/61	C434/A01/Axh	5,62	0,78	20,7	41,8	37,4	L	29,92	9,06
016/62	C334/A00/Axh	7,49	1,61	42,7	23,3	34,0	C	27,03	28,22
016/63	C434/A01/Axh	7,22	1,26	41,1	27,8	31,0	C	26,64	29,53
016/64	C434/A01/Axh	6,80	1,57	34,7	30,6	34,7	CL	33,99	19,44
016/65	C434/A11/Axh	6,17	1,84	29,3	32,6	38,2	CL	34,12	17,76
016/66	C434/A11/Axh	7,35	1,20	44,2	27,3	28,6	C	26,50	20,37
<b>017 ΖΑΙΜΙ</b>									
017/89	B333/A00/Axh	6,27	1,32	29,4	22,0	48,6	CL	33,24	14,47
017/90	B333/A00/Axh	7,06	1,12	22,6	45,6	31,8	L	38,58	11,38
017/91	B333/A00/Axh	4,85	1,44	33,5	22,6	43,9	CL	36,98	7,69
017/92	B333/A00/Axh	5,23	1,32	30,2	28,6	41,2	CL	18,69	11,82
017/93	B333/A00/Axh	5,71	0,99	28,6	35,6	35,8	CL	20,69	13,31
017/94	B333/A00/Axh	5,43	1,13	29,3	40,6	30,2	CL	21,89	16,19
<b>019 ΚΑΛΛΙΦΩΣΤΡΙ</b>									
019/95	C434/A01/Axh	5,26	1,17	24,0	40,0	36,0	L	35,64	6,83
019/96	B233/A00/Iox	5,50	0,99	22,7	38,8	38,5	L	18,16	14,07
019/97	B333/A00/Axh	4,75	1,80	30,0	38,4	31,6	CL	58,20	12,35
019/98	B333/A00/Axh	5,96	2,00	27,0	35,6	37,4	L	26,16	15,34
019/99	B333/A00/Axh	5,70	1,17	30,5	50,0	19,5	SCL	19,22	7,18
019/100	B333/A00/Axh	6,70	1,48	30,0	30,6	39,4	CL	22,84	15,53
019/101	C434/A01/Axh	5,00	1,51	28,0	35,3	36,7	CL	13,31	13,89
019/102	B333/A00/Axh	5,92	0,94	27,5	26,0	46,5	CL	18,27	5,49
019/103	B233/A00/Iox	4,95	1,62	26,0	40,7	33,3	L	47,66	11,65
019/104	B333/A00/Axh	4,76	1,39	24,6	39,1	36,3	L	23,88	10,70
019/105	B233/A00/Iox	5,71	1,42	26,7	41,3	32,0	L	93,84	11,24
<b>025 ΚΑΡΠΟΧΩΣΤΡΙ</b>									
025/1	C434/A01/Axh	7,21	1,20	29,3	33,3	37,4		20,61	13,61
025/2	C434/A01/Axh	6,89	1,05	27,2	38,6	34,2	CL	14,93	12,08

Συνέχεια Πίνακας 1

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmole/kg εδ.
025/3	C434/A01/Axh	6,45	0,74	20,7	49,0	30,3	CL	50,05	9,18
025/4	C434/A01/Axh	6,90	1,48	28,1	32,0	39,9	L	20,54	15,04
025/5	C434/A01/Axh	6,22	1,10	22,9	41,1	36,0	CL	20,02	11,81
025/6	B333/A00/Axh	6,32	1,09	27,4	30,9	41,7	L	30,12	15,82
025/7	B333/A00/Axh	6,33	1,22	27,8	39,6	32,5	CL	30,38	13,77
025/8	B333/A00/Axh	6,35	2,00	22,6	43,1	34,3	L	37,67	13,14
025/9	B333/A00/Axh	6,38	0,83	32,5	50,0	17,5	SCL	22,99	12,08
025/10	B333/A00/Axh	7,41	1,52	24,8	38,0	37,2	L	38,18	14,10
025/11	B333/A00/Axh	7,02	1,39	24,6	33,3	42,1	L	46,37	14,62
025/12	B333/A00/Axh	7,23	1,63	31,3	41,1	27,6	CL	41,74	12,83
025/13	B333/A00/Axh	7,46	0,96	28,0	41,6	30,4	CL	25,63	12,30
025/14	C434/A01/Axh	6,81	1,52	33,5	30,0	36,5	CL	18,50	11,13
025/15	C434/A01/Axh	6,56	0,65	32,7	26,6	40,8	CL	18,23	10,27
025/16	B333/A00/Axh	6,62	1,13	23,8	37,3	38,9	L	34,21	11,98
025/17	B333/A00/Axh	5,72	1,96	34,6	27,4	38,1	CL	30,33	15,27
025/18	B333/A00/Axh	6,31	1,34	32,7	33,8	33,5	CL	18,49	15,15
025/19	B333/A00/Axh	6,35	0,57	34,7	35,0	30,3	CL	84,05	8,28
025/20	B333/A00/Axh	8,04	2,00	24,0	33,8	42,2	L	27,61	21,99
025/21	B333/A00/Axh	6,44	1,57	23,3	34,0	42,7	L	26,55	12,95
025/22	B333/A00/Axh	4,50	1,21	22,2	42,4	35,4	L	23,12	4,71
025/23	B333/A00/Axh	4,96	0,67	22,7	39,0	38,3	L	49,91	4,17
025/24	B333/A00/Axh	5,70	1,57	29,3	32,4	38,4	CL	33,95	11,91
025/25	B333/A00/Axh	7,12	1,65	24,0	36,6	39,4	L	23,87	11,05
025/26	B333/A00/Axh	6,28	1,70	35,6	35,4	28,9	CL	16,73	16,40
025/27	B333/A00/Axh	6,50	1,48	26,8	30,7	42,5	L	26,38	11,95
025/28	B333/A00/Axh	6,11	1,87	26,4	34,7	38,8	L	17,44	13,51
025/29	B333/A00/Axh	5,98	0,34	22,5	57,3	20,2	SCL	19,45	6,69
025/30	B333/A00/Axh	6,10	1,39	27,3	42,9	29,8	CL	30,52	11,50

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, $\mu\text{g/g}$ εδ.	CEC $\text{cmol/kg}$ εδ.
<b>029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ</b>									
029/70	B434/A00/Axh	6,17	1,39	30,4	38,7	30,9	CL	23,10	16,36
029/71	B434/A00/Axh	6,40	1,06	28,0	45,3	26,7	SCL	27,43	15,71
029/72	B434/A00/Axh	6,75	1,62	35,3	29,3	35,4	CL	32,00	19,38
029/73	B434/A00/Axh	6,22	0,96	32,7	37,4	29,9	CLC	11,68	15,53
029/74	B434/A00/Axh	6,62	1,44	40,7	34,1	25,2	SCL	30,45	15,21
029/75	B434/A00/Axh	6,65	0,17	30,5	55,3	14,2	CL	10,68	20,76
029/76	B434/A00/Axh	6,63	1,31	28,6	42,7	28,7	L	30,71	16,45
029/77	B434/A00/Axh	6,10	0,78	23,4	48,2	28,4	CL	20,56	10,95
029/78	B434/A00/Axh	7,41	1,26	35,2	37,3	27,5	C	35,91	23,69
029/79	C435/A01/Vxch	7,25	1,92	56,7	26,1	17,2	C	27,56	23,67
029/80	C435/A01/Vxch	7,02	1,83	61,3	22,3	16,4	C	38,08	20,53
029/81	C435/A01/Vxch	7,34	0,96	62,7	21,1	16,2	C	36,41	50,79
029/82	C435/A01/Vxch	6,48	1,44	56,4	24,8	18,9	C	44,23	56,94
029/83	C435/A01/Vxch	7,61	1,18	62,7	23,3	14,1	C	32,44	56,43
029/84	B434/A00/Axh	7,52	2,35	56,8	25,2	18,0	C	35,38	51,19
029/85	B434/A00/Axh	7,05	4,10	29,7	44,6	25,7	SCL	10,00	15,97
029/86	B434/A00/Axh	6,90	1,35	29,9	41,5	28,7	CL	23,76	11,55
<b>037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ</b>									
037/106	A233/A00/Axh	6,28	1,60	31,3	33,4	35,3	CL	24,93	11,96
037/107	A233/A00/Axh	5,20	1,04	26,8	45,1	28,2	SCL	39,15	12,65
037/108	A233/A00/Axh	5,84	1,70	29,9	30,0	40,1	CL	14,62	10,11
037/109	A233/A00/Axh	5,74	1,93	31,3	35,1	33,6	CL	25,32	10,91
<b>039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ</b>									
039/59	C434/A01/Ionf	6,63	1,19	36,6	28,7	34,7	CL	31,23	20,28
039/60	C434/A01/Axh	6,60	1,70	33,3	30,0	36,7	CL	28,48	18,70
<b>040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ</b>									
040/116	B333/A00/Axh	6,55	1,12	23,0	48,1	28,9	SCL	21,50	13,06
040/117	B333/A00/Axh	4,80	1,90	30,9	30,6	38,6		35,08	14,30



Συνέχεια Πίνακας Ι

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Άργιλος %	Άμμος %	Πάς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
040/118	A002*/A02/Εfx	7.08	0.87	27.4	47.8	24.7	SCL	12.90	19.48
040/119	B233/A01/Εfx	5.53	1.48	28.6	36.7	34.7	CL	17.20	18.37
040/120	B333/A00/Αxh	4.95	0.65	30.0	44.6	25.4		46.23	14.53
040/121	B333/A00/Αxh	4.69	1.71	24.6	40.7	34.7	L	20.16	6.94
040/122	A233/A01/Εfx	6.54	1.03	29.3	33.6	37.2		15.99	19.21
040/123	B333/A00/Αxh	5.87	2.32	30.6	36.4	33.0	CL	53.08	10.12
040/124	B333/A00/Αxh	4.58	1.16	26.8	41.9	31.3	L	29.43	9.36
040/125	B334/A00/Αxh	5.23	1.60	25.8	41.1	33.1	L	35.88	12.81
040/126	B334/A00/Αxh	6.05	1.71	28.0	28.4	43.6	L	34.54	15.28
040/127	B334/A00/Αxh	5.22	1.63	24.4	45.4	30.1	L	35.34	14.18
041 ΜΥΡΙΝΗ									
041/142	C434/A01/Αxh	5.77	2.35	39.7	32.0	28.3	CL	6.62	19.79
041/143	B333/A01/loxf	5.30	1.62	44.4	29.2	26.4	C	19.61	24.63
041/144	B323/A00/loxf	5.02	1.48	28.1	30.6	41.3	CL	23.83	16.56
041/145	B113/A01/Εfx	6.45	1.44	24.6	30.7	44.7		10.62	16.56
053 ΦΡΑΓΓΟ									
053/114	B334/A00/Αxh	4.74	1.56	28.9	35.9	35.0	CL	29.82	14.85
053/115	B223/A00/loxf	5.21	1.71	31.3	37.2	31.6	CL	28.22	13.76



Πίνακας 2. Αναλύσεις εδαφών Ν. Λάρισας

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	Ο.Μ., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, $\mu\text{g/g}$ εδ.	CECcmolc/kg εδ.
07 ΒΑΛΛΑΝΙΔΙΑ									
007/1	Μη χερτογραφημένη περιοχή	8,25	1,10	56,1	18,9	25,0	C	10,40	51,24
007/2	<<	8,14	1,03	53,3	18,7	28,0	C	12,10	37,89
007/3	<<	8,14	0,98	45,7	25,6	28,7	C	20,80	30,38
007/4	<<	8,00	1,50	42,7	30,6	26,7	CL	12,48	38,04
007/5	<<	8,04	1,31	25,9	47,7	26,4		18,15	37,40
007/6	<<		1,97	38,0	30,6	31,4	C	7,56	39,50
007/7	<<	8,12	1,10	43,3	27,9	28,8	C	18,91	37,53
007/8	<<	8,05	1,80	39,5	30,3	30,2	C	14,75	35,70
007/9	<<	7,82	2,39	59,3	16,3	24,4	C	5,99	6,67
007/10	<<	8,30	1,90	43,7	31,6	24,7	C	8,50	47,13
007/11	<<	8,10	2,45	44,6	18,2	37,2	C	4,79	47,90
007/12	<<		1,80	28,8	44,2	27,1	C	12,33	47,93
007/13	<<		1,88	49,7	21,6	28,7	L	2,27	41,55
007/14	<<	8,16	1,70	41,2	34,2	24,7	C	15,70	39,42
007/15	<<	8,23	1,10	51,7	24,0	24,4	CL	12,29	40,40
007/16	<<	7,85	1,20	37,3	20,3	42,4	C	10,97	32,40
007/17	<<	8,10	1,21						42,24
007/18	<<	8,00	1,30	58,6	18,7	22,7	C	30,64	23,00
007/18α	<<	7,60	1,80	58,3	19,2	22,5	C	7,94	20,39
007/18β	<<	7,67	1,90	58,2	17,6	24,2	CL	0,38	27,07
007/18γ	<<	7,96	1,31	59,0	17,5	23,5	C	24,21	25,81
010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ									
010/19	C333/A00/Efx	8,42	1,30	34,6	40,8	24,6	CL	33,16	13,70
010/20	C333/A00/Efx	8,12	1,21	46,6	29,8	23,6	C	18,20	44,92
010/21	C333/A00/Efx	5,08	1,28	30,6	45,4	24,0	CL	9,10	35,51
010/22	C333/A00/Efx	7,03	1,03	26,4	48,0	25,6		19,15	12,20
010/23	C333/A00/Efx	6,26	1,13	33,2	43,0	23,8	CL	17,36	12,44
010/24	C333/A00/Efx	6,23	1,30	36,6	40,2	23,3	CL	15,56	15,54

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
010/25	C333/A00/Εfx	6,90	1,20	26,0	42,4	31,6		10,18	20,14
010/26	C333/A00/Εfx	6,66	1,70	35,6	38,8	25,6	CL	17,48	21,00
010/27	C333/A00/Εfx	6,20	1,16	23,9	43,3	32,9		25,02	20,53
010/28	C333/A00/Εfx	6,58	1,30	23,8	45,8	30,4	L	16,04	19,34
010/29	C333/A00/Εfx	6,98	1,10	26,0	49,3	24,7		24,28	13,83
010/30	C333/A00/Εfx	6,61	1,31	26,6	49,4	24,0	SCL	18,42	10,80
010/31	C333/A00/Εfx	6,61	1,28	31,3	40,8	27,9	CL	18,09	12,49
<b>013 ΔΟΛΙΧΙ</b>									
013/32	B233/A02/Εfx	6,78	1,74	28,9	33,4	37,6	CL	18,76	10,81
013/33	B233/A02/Εfx	7,09	1,15	24,0	51,6	24,4	SCL	14,91	14,20
013/34	B233/A02/Εfx	6,66	1,48	30,3	43,1	26,6	CL	14,57	12,87
013/35	B3*3*4*/A02/Iox	7,51	2,00	23,3	44,1	32,6	L	10,89	15,39
013/36	B3*3*4*/A02/Iox	7,77	1,38	19,0	65,3	15,7	SL	12,73	7,74
013/37	B3*3*4*/A02/Iox	7,30	1,57	26,0	44,0	30,0	L	9,55	7,55
013/38	B3*3*4*/A02/Iox	7,28	1,30	30,0	50,0	20,0	SCL	18,59	16,72
013/39	B3*3*4*/A02/Iox	7,08	0,83	24,1	45,3	30,6	L	20,43	10,75
013/40	B3*3*4*/A02/Iox	6,65	1,50	30,0	50,3	19,7	SCL	37,18	23,10
013/40α	B233/A02/Εfx	7,70	1,98	30,9	35,4	33,6	CL	21,60	25,92
<b>015 ΔΡΥΜΟΣ</b>									
015/41	B314/B11/Εox	6,72	1,05	40,0	41,6	18,4	C	15,74	38,71
015/42	B223/B22/Εox	6,18	1,10	34,6	32,7	32,7	CL	22,78	13,69
015/43	B314/B11/Εox	5,77	1,83	33,3	17,4	49,3	SiCL	17,56	21,57
015/44	B223/B22/Εox	6,05	1,44	54,9	16,4	28,7	C	10,23	34,73
015/45	B314/B11/Εox	5,13	1,78	36,0	49,4	14,6	SC	25,24	23,17
015/46	B223/B22/Εox	7,68	0,95	28,6	44,7	26,7	CL	33,94	7,57
015/47	B223/B22/Εox	6,90	1,30	38,6	31,1	30,4	CL	27,29	34,52
015/48	B223/B22/Εox	5,98	1,74	29,3	44,7	26,0	CL	13,47	12,13
015/49	B223/B22/Εox	6,14	1,30	28,0	52,4	19,7	SCL	21,15	21,19
015/50	B223/B22/Εox	5,90	1,80	32,9	34,0	33,1	CL	9,55	17,63

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
015/51	B223/B22/Εox	6,61	1,76	30,6	41,4	28,0	CL	13,38	16,13
015/52	C223/Γ20/Εox	6,70	1,75	58,0	18,0	24,0	C	19,14	33,91
018 ΚΑΛΛΙΘΕΑ									
018/53	C435/A00/Εfx	5,08	0,87	24,4	61,2	14,4	SCL	17,44	7,10
018/54	C435/A00/Εfx	6,71	1,05	34,0	49,8	16,2	SCL	13,38	17,40
018/55	C435/A00/Εfx	5,01	1,87	33,1	50,5	16,4	SCL	17,78	14,79
018/56	C435/A00/Εfx	5,11	1,82	39,1	40,2	20,7	CL	17,44	17,33
018/57	C435/A00/Εfx	5,58	1,74	35,1	40,5	24,4	CL	23,20	14,78
018/58	B403/B20/Ιox	6,90	1,51	24,4	56,4	19,3	SCL	10,16	15,93
018/59	C433/B20/Ιox	6,80	1,31	24,8	58,9	16,4	SCL	9,48	10,79
018/60	C433/B20/Ιox	5,39	1,62	28,6	50,7	20,7	SCL	22,35	8,38
018/61	C435/B20/Εox	5,19	1,74	26,8	42,9	30,4	L	19,45	8,13
018/62	C435/B20/Εox	5,74	1,72	32,4	49,2	18,4	SCL	23,49	8,43
018/63	C435/B20/Εox	5,80	2,15	40,4	45,2	14,4	C	35,05	20,30
018/64	C435/B20/Εox	5,74	2,80	47,1	36,5	16,4	C	47,16	22,43
018/65	C435/B20/Εox	5,38	1,86	33,3	38,6	28,2	CL	16,15	13,07
018/66	C435/B20/Εox	5,93	1,42	32,0	47,3	20,7	SCL	23,67	23,51
018/67	B403/B20/Ιox	5,23	1,31	32,6	47,6	19,8	SCL	15,41	12,23
018/68	C433/B20/Ιox	6,60	1,33	36,4	47,6	16,0	SC	17,06	18,80
018/69	C433/B20/Ιox	5,90	1,76	26,4	53,2	20,4	SCL	20,73	9,18
018/70	C433/B20/Ιox	4,80	0,98	19,3	52,7	28,0	SCL	26,61	12,85
018/71	C433/B20/Ιox	6,53	2,13	18,4	61,3	20,3	SL	34,07	7,34
018/72	C433/B20/Ιox	6,70	1,30	24,4	62,4	13,3	SCL	12,52	15,24
031 ΜΕΣΣΟΧΩΡΙ									
031/73	Μη χαρτογραφημένη περιοχή	8,04	2,10	42,9	27,4	29,6	C	12,17	44,12
031/74	<<	8,10	1,98	34,4	45,4	20,0	CL	6,08	34,21
031/75	<<	8,28	3,40	33,3	44,7	22,0	CL	10,07	15,18
031/76	<<	8,15	2,10	34,0	43,6	22,4	CL	11,96	33,58
031/77	<<	8,17	1,90	30,0	44,4	25,6	CL	19,60	18,83

Συνέχεια Πίνακας 2

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	O.M., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
031/78	<<	7,29	1,65	22,9	41,4	35,6	L	15,30	47,63
031/79	Μη χαρτογραφημένη περιοχή	6,53	1,80	35,8	43,4	20,7	CL	10,43	22,90
031/80	<<	7,36	1,96	36,9	37,4	25,0	CL	6,78	19,75
031/81	<<	5,46	0,85	22,6	48,7	28,7	SCL	32,68	13,59
031/82	<<	7,02	1,10	19,3	58,7	22,0	SL	38,38	11,01
031/83	A334/B23/Eox	7,64	1,50	21,3	50,7	28,0	L	44,35	35,48
031/84	A334/B23/Eox	7,80	1,20	35,3	33,1	31,6	CL	11,00	38,30
034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ									
034/85	Μη χαρτογραφημένη περιοχή	4,79	1,20	20,5	67,4	12,1	SCL	26,50	7,35
034/86	<<	6,32	0,98	22,2	63,4	14,4	SCL	4,69	12,19
034/87	<<	5,94	0,90	40,0	48,0	12,0	SC	18,57	19,16
034/88	<<	6,54	1,31	36,7	42,7	20,6	SC	11,90	21,25
034/89	<<	6,30	1,58	38,0	47,0	15,0	SC	19,65	10,51
034/90	<<	5,70	1,10	38,0	46,6	15,4	SC	37,68	9,88
034/91	<<	6,15	1,10	30,1	62,4	7,5	SCL	28,50	20,64
034/92	<<	5,35	0,98	29,1	52,2	18,7	SCL	22,70	10,88
034/93	<<	5,65	1,31	20,4	57,3	33,4	SCL	30,40	25,49
034/94	<<	5,75	1,40	20,5	66,4	13,1	SCL	12,10	11,85
034/95	<<	6,29	0,78	20,1	66,0	13,9	SCL	14,10	13,71
034/96	<<	5,16	1,90	14,0	72,4	13,7	SCL	24,90	9,37
037 ΠΡΑΓΙΤΩΡΙ									
037/143	<<	7,13	0,57	27,9	46,8	25,3	SCL	24,1	11,26
037/144	<<	5,91	1,61	22,4	51,7	25,9	SCL	20,2	11,21
037/145	<<	6,46	1,35	27,3	46,4	26,4	SCL	34,9	9,77
037/146	<<	7,12	1,20	32,6	41,9	25,5	CL	49,0	14,42
037/147	<<	5,65	0,61	16,0	60,0	24,1	SL	58,5	5,31
037/148	<<	5,95	1,35	19,1	54,1	26,7	SL	58,5	19,46
037/149	<<	6,30	1,42	15,1	53,3	31,6	SL		12,44



Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	Ο.Μ., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
038 ΠΥΘΙΟ									
038/150	A2*03*/A03/Efx	7,60	1,39	20,6	61,4	18,1	SCL		13,37
038/151	A2*03*/A03/Efx	6,63	1,85	23,6	53,0	23,4	SCL	18,4	13,31
038/152	A2*03*/A03/Efx	8,11	2,44	36,0	44,4	19,6	CL	12,5	35,05
038/153	A2*03*/A03/Efx	8,00	2,92	40,1	30,1	29,2	C	12,5	44,99
038/154	A2*03*/A03/Efx	7,92	3,61	44,1	30,8	24,2	C	16,1	38,18
038/154α	A2*03*/A03/Efx	7,90	2,65	42,5	32,7	24,8	C	24,3	41,99
042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ									
042/97	C334/A10/Axh	7,39	1,20	22,4	43,6	34,0	L	16,90	11,83
042/98	B112/A01/Iox	7,82	0,98	22,4	36,0	41,6	L	21,90	13,64
042/99	B112/A01/Iox	8,02	0,93	23,4	39,4	37,2	L	20,10	16,22
042/100	C323/A01/Iox	7,17	1,18	24,7	37,6	37,6	L	18,50	21,84
042/101	B112/A01/Iox	8,30	1,30	20,4	41,6	38,0	L	22,70	25,37
042/102	B112/A01/Iox	7,65	1,10	23,0	42,6	35,4	L	22,00	14,25
042/103	B112/A01/Iox	7,60	1,18	24,4	34,0	41,6	L	15,30	13,99
042/104	B112/A01/Iox	7,51	1,17	28,7	37,0	34,3	CL	19,10	14,98
042/105	B112/A01/Iox	7,74	1,21	35,3	22,4	42,4	CL	18,70	30,85
042/106	C433/A03/Ioxf	8,26	1,10	29,3	36,7	34,0	CL	20,20	21,76
042/107	C433/A03/Ioxf	8,12	1,20	37,4	21,6	41,0	CL	25,60	30,46
042/108	C433/A03/Ioxf	6,76	1,48	39,9	21,3	38,9	CL	23,10	46,13
042/109	C433/A03/Ioxf	8,14	0,87	22,4	41,6	36,0	L	25,30	11,91
043 ΣΥΚΕΑ									
043/110	A223/A01/Ioxf	8,10	1,10	19,3	25,4	55,3	SiL	6,70	
043/111	A223/A01/Ioxf	7,93	1,02	29,6	15,4	55,0	SiCL	9,10	35,86
043/112	A223/A01/Ioxf	7,99	0,98	24,4	40,4	35,3	L	8,90	27,72
043/113	A223/A01/Ioxf	8,13	1,80	14,7	55,0	30,3	SL	9,10	9,86
043/114	A223/A01/Ioxf	6,83	1,10	19,6	26,0	54,4	SiL	4,20	9,06
043/115	A223/A01/Ioxf	6,75	1,21	23,3	26,4	50,4	SiL	8,10	14,57
043/116	A323/A01/Ioxf	6,92	1,45	17,3	36,4	46,4	L	5,20	10,25



Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
043/117	A323/A01/loxf	7,17	1,70	21,3	32,7	46,0	L	7,30	13,62
043/118	Μη χαρτογραφημένη περιοχή	5,60	0,91	13,3	44,4	42,4	L	42,20	5,89
043/119	<<	4,65		12,7	54,0	33,3	SL	43,80	4,85
<b>045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ</b>									
045/120	A112/B10/Εfx	7,36	1,00	13,6	74,4	12,0	SL	12,80	7,14
045/121	A112/B10/Εfx	7,37	1,20	21,3	36,4	42,4	L	14,00	13,49
045/122	A112/B10/Εfx	5,76	0,90	32,3	40,7	28,0	CL	20,80	9,86
045/123	A112/B10/Εfx	6,40	0,57	26,0	42,6	31,4	L	16,70	8,45
045/124	A112/B10/Εfx	6,28	1,30	31,3	26,7	42,0	CL	16,60	10,52
045/125	A112/B10/Εfx	5,54	0,84	21,4	48,6	30,0	L	27,40	9,08
045/126	A112/B10/Εfx	5,50	0,90	19,3	50,4	30,4	SL	20,50	8,44
045/127	A113/B11/Εfx	5,88	1,30	21,6	46,4	62,0	L	18,50	8,19
045/128	A113/B11/Εfx	6,45	1,00	17,6	48,7	33,6	L	21,30	6,16
045/129	A113/B11/Εfx	6,02	1,10	21,3	34,7	44,0	L	10,7	10,61
045/130	A113/B11/Εfx	6,12	1,06	19,3	40,4	40,4	L	9,4	8,69
045/131	A113/B11/Εfx	5,80	0,90	25,6	44,4	30,0	L	12,5	7,45
045/132	A113/B11/Εfx	6,24	0,98	33,3	26,7	40,0	CL	8,2	12,52
045/133	B112/A00/Εfx	6,23	1,10	25,3	32,4	42,4	L	14,0	13,30
045/134	B112/A00/Εfx	5,31	0,90	24,9	46,6	28,6	L	23,0	7,61
045/135	B112/A00/Εfx	6,38	1,31	35,3	30,4	34,4	CL	11,4	11,03
045/136	B112/A00/Εfx	6,90	1,10	28,6	26,0	45,4	L	16,9	16,19
045/137	B112/A00/Εfx	5,75	1,28	29,6	26,4	44,0	CL	10,7	13,37
045/138	B112/A00/Εfx	6,29	1,05	31,3	33,7	35,0	CL	9,4	12,92
045/139	B112/A00/Εfx	6,60	1,60	36,0	20,3	43,7	CL	10,4	14,45
045/140	B112/A00/Εfx	5,24	1,57	30,1	23,2	46,0	CL	15,6	10,02
045/141	B212/A01/Εfx	5,17	1,44	29,9	33,4	37,3	CL	16,9	9,67
045/142	B212/A01/Εfx	5,84	1,83	30,7	34,9	34,4		8,6	13,23
<b>003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ</b>									
003/1	A323/A00/Εfx	7,19	1,10	17,3	48,4	34,3	L	47,02	8,62

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmole/kg εδ.
003/2	A323/A00/Εfx	6,85	0,78	20,6	37,4	42,0	L	32,66	7,66
003/3	B323/A01/Ιox	7,79	1,10	22,4	32,2	45,4	L	22,95	12,10
003/4	B323/B01/Ιox	7,37	2,80	29,4	33,3	37,3	CL	28,55	21,37
003/5	B323/A12/Ιox	5,53	1,20	19,3	37,2	43,5	L	25,56	7,06
003/6	A223/B10/Ιox	4,74	1,18	22,6	30,7	46,7	L	47,90	5,42
019 ΡΟΔΙΑ									
019/7	A212/A10/Εfx	5,83	1,30	20,2	37,8	42,0	L	24,07	9,88
019/8	C223/A03/Εfx	7,96	1,80	17,3	64,7	18,0	SL	8,02	25,99
019/9	B333/A01/Axhc	5,11	1,50	19,3	48,3	32,4	L	75,57	5,94
019/10	B223/A02/Εfx	6,30	1,06	25,5	34,6	39,9	L	21,46	10,94

Πίνακας 3. Αναλύσεις ιδαφών Ν. Τρικάλων

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	Ο.Μ., %	Αργίλος %	Λιμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmole/kg εδ.
031 ΠΑΛΤΑΝΟΣ									
031/30	B334/A03/Efx	6,75	1,20	28,4	41,2	30,4	CL	51,33	14,257
031/31	B334/A03/Efx	8,31	1,35	30,9	25,1	44,0	CL	7,14	35,092
031/32	B334/A03/Efx	7,90	1,80	19,7	53,0	27,3	SL	19,27	22,13
031/33	B334/A03/Efx	8,05	1,60	26,6	38,7	34,7	CL	16,61	19,209
031/34	B334/A03/Efx	8,05	1,52	37,3	38,4	24,4	CL	10,80	34,966
031/35	B334/A03/Efx	7,38	1,35	28,8	30,2	41,1	CL	19,27	22,12
031/36	B334/A03/Efx	7,55	0,90	27,6	42,4	30,0	CL	31,23	36,656
031/37	B334/A03/Efx	8,30	1,90	20,9	52,0	27,1	SCL	21,59	23,314
031/38	B334/A03/Efx	8,09	1,32	22,0	54,4	23,6	SCL		13,64
031/39	A224/A01/Efx	8,02	1,50	28,9	37,8	33,3	CL	12,79	32,316
031/40	A224/A01/Efx	8,04	1,11	22,0	55,6	22,4	SCL	15,96	33,706
031/41	A224/A01/Efx	8,15	1,65	34,6	27,4	38,0	CL	16,57	34,704
031/42	A224/A01/Efx	7,97	1,90	34,3	20,6	45,2	CL	19,28	35,149
031/43	B334/A03/Efx	8,05	1,00	22,6	46,8	30,6	L	11,45	30
031/44	B334/A03/Efx	8,10	1,80	28,4	35,5	36,2	CL	12,95	42,97
031/45	B334/A03/Efx	8,23	0,96	23,4	49,8	26,7	SCL	15,96	27,879
031/46	B334/A03/Efx	8,10	1,63	31,2	34,7	34,0	CL	10,24	28,351
031/47	B334/A03/Efx	8,08	1,60	40,4	16,3	43,3	SIL	9,04	39,43
031/48	B334/A03/Efx	7,90	1,58	31,4	38,7	29,9	CL	29,22	21,45
031/48a	B334/A03/Efx	8,17	0,95	24,6	46,7	28,7	SCL	10,24	28,324
029 ΠΙΣΩΜΑ									
029/1	C434/A03/Efx	7,95	1,20	33,1	41,2	25,7	CL	18,28	29,33
029/2	B334/A03/Efx	8,12	1,65	43,3	22,7	34,0	CL	10,75	36,539
029/3	B334/A03/Efx	7,84	1,80	34,0	23,0	43,0	CL	9,54	41,311
029/4	B334/A03/Efx	7,94	1,70	38,6	34,7	26,7	CL	13,04	43,55
029/5	B334/A03/Efx	7,97	1,90	37,2	34,8	28,1	CL	9,41	25,483
029/6	B334/A03/Efx	7,99	1,02	37,5	30,2	31,9	CL	9,00	35
029/7	B334/A03/Efx	8,01	0,90	28,1	46,6	25,4	SCL	23,25	20,46

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	Ο.Μ., %	Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECmole/kg εδ.
029/8	B334/A03/Εfx	8,09	1,30	45,5	21,1	33,4	C	17,07	31,168
029/9	B334/A03/Εfx	7,16	0,97	26,6	47,4	26,0	SCL	34,54	36,073
029/10	B334/A03/Εfx	8,02	1,25	38,4	20,7	40,9	CL	18,41	16,683
029/11	B334/A03/Εfx	7,90	1,13	29,9	34,3	35,8	CL	18,14	15,43
029/12	B334/A03/Εfx	7,95	1,50	49,1	16,8	34,1	C	22,44	45,876
029/13	B334/A03/Εfx	8,01	1,63	45,1	27,2	27,7	C	11,42	45,491
029/14	B334/A03/Εfx	7,89	1,90	36,0	26,7	37,3	CL	16,13	35,63
029/15	B334/A03/Εfx	7,53	2,13	34,4	37,4	28,1	CL	5,24	43,358
029/16	B334/A03/Εfx	7,77	1,80	26,0	44,6	29,4	SCL	15,72	18,483
029/17	B334/A03/Εfx	8,15	1,80	46,3	23,6	30,2	C	16,26	39,35
029/18	B334/A03/Εfx	8,02	1,70	49,1	18,0	32,9	C	16,93	42,51
029/19	B334/A03/Εfx	7,57	1,80	34,0	35,3	30,7	CL	27,37	20,01
029/20	B334/A03/Εfx	7,92	1,04	27,1	35,6	37,3	L	14,57	16,329
029/21	B334/A03/Εfx	8,06	1,80	31,1	39,2	29,6	CL	14,84	33,942
029/22	B334/A03/Εfx	8,01	1,87	23,1	44,7	32,2	L	40,17	11,199
029/23	B334/A03/Εfx	7,91	1,90	34,4	41,5	24,2	CL	19,34	51,9
029/24	B334/A03/Εfx	7,67	1,30	44,3	16,9	38,8	C	8,17	42,79
029/25	C435/A02/Lox	7,90	1,01	43,9	25,9	30,2	C	16,28	39,094
029/26	C434/A03/Εfx	8,00	1,20	31,1	33,2	33,6	CL	25,75	24,38
029/27	C434/A03/Εfx	7,89	1,26	34,1	41,3	24,7	CL	40,86	13,685
029/28	C434/A03/Εfx	7,73	1,40	37,8	38,3	23,9	CL	32,89	20,819
029/29	B334/A03/Εfx	7,58	1,90	30,0	44,4	25,6	CL		11,846
05 ΑΡΔΑΝΙ									
005/49	A334/Γ23/Εox	8,09	1,70	34,6	35,4	30,0	CL	13,55	40,027
005/50	A334/Γ23/Εox	7,90	1,69	35,6	38,4	26,0	CL	18,07	43,08
005/51	A334/Γ23/Εox	7,95	1,65	29,3	33,4	37,3	CL	14,88	20,762
005/52	C434/A03/Εfx	6,92	1,50	35,3	35,4	29,3	CL	15,94	17,95
005/53	A334/Γ23/Εox	7,97	1,20	32,9	38,2	28,9	CL	10,63	18,33
005/54	A334/Γ23/Εox	8,04	1,89	42,9	29,8	27,3	C	17,85	24,448

Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	pH, 1:1	Ο.Μ., %	Αργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %	Τύπος	P, µg/g εδ.	CECcmolc/kg εδ.
015 ΓΡΙΖΑΝΙΟ									
015/67	A112/A00/Εfx	6,95	0,78	21,4	48,2	30,4	L	23,19	8,831
015/68	A112/A00/Εfx	7,78	1,10	18,9	55,4	25,6	SL	12,76	9,285
015/69	A112/A00/Εfx	6,55	1,05	27,3	30,7	42,0	L	35,95	11,294
015/70	A112/A00/Εfx	6,75	1,30	21,0	40,9	38,2	L	21,34	9,577
015/71	A112/A00/Εfx	7,02	1,09	18,4	48,9	32,7	L	40,58	5,905
015/72	A112/A00/Εfx	7,84	1,88	19,3	49,8	30,9	L	10,90	14,703
015/73	A112/A00/Εfx	8,03	0,90	16,3	53,4	30,3	SL	33,40	18,435
015/74	A112/A00/Εfx	7,17	1,10	31,5	42,0	26,5	CL	23,19	9,366
015/75	A112/A00/Εfx	7,50	1,15	27,2	27,3	45,5	L	23,19	14,018
015/76	A112/A00/Εfx	8,28	1,30	33,3	36,0	30,7	CL	30,61	22,918
010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ									
010/77	A203/A01/Ιox	6,01	1,89	26,7	43,0	30,3	L	48,47	11,19
010/78	A203/A01/Ιox	5,88	1,80	31,7	28,2	40,4	CL	26,90	18,756
010/79	A203/A01/Ιox	6,79	1,90	29,9	22,7	47,4	CL	14,15	35,92
010/80	A203/A01/Ιox	7,85	1,65	43,1	20,3	36,6	CL	45,92	25,17
010/81	A203/A01/Ιox	6,79	2,17	41,2	16,0	42,8	SiC	28,84	39,66
010/82	A203/A01/Ιox	7,76	1,90	20,6	54,7	24,7	SiC		28,96
010/83	A203/A01/Ιox	7,80	1,80	25,4	50,6	24,0	SCL		26,48
010/84	A122/A02/Εfx	7,70	1,35	37,1	43,4	19,4	CL	21,57	19,02
010/85	A122/A02/Εfx	6,25	1,10	24,6	47,8	27,6	L	28,46	12,558
017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ									
017/86	Μη χαρτογραφηθήσα περιοχή	7,73	1,80	31,3	23,5	45,3	CL	18,38	15,259
017/87	<<	7,86	1,38	41,3	18,0	40,7	SiC	20,42	36,576
017/88	<<	7,50	1,56	26,7	35,4	37,9	L	24,63	13,927
017/89	<<	7,90	1,45	29,4	22,0	48,6	CL	33,06	13,768
017/90	<<	7,80	1,98	22,6	45,6	31,8	L	26,16	13,24
017/91	<<	7,78	1,60	33,5	22,6	43,9	CL	39,06	11,07
017/92	<<	7,90	1,50	30,2	28,6	41,2	CL	29,48	13,395

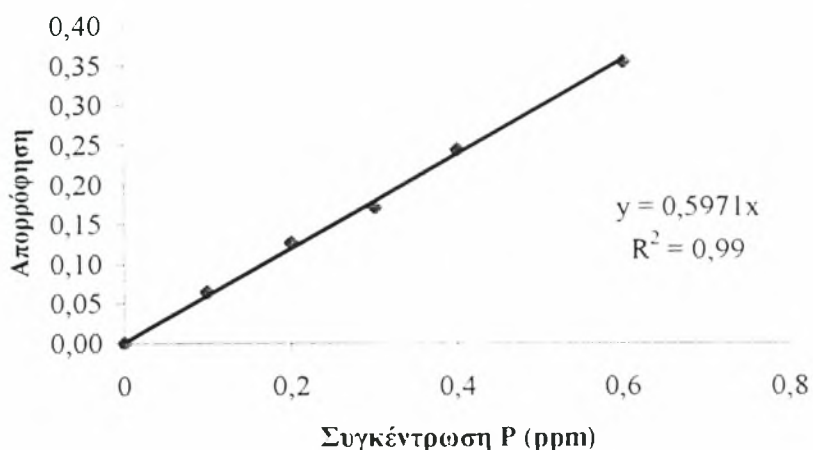


Κωδικός	Εδαφολογική μονάδα	p H, 1:1	O.M., %	Αργίλος %	Λιμνός %	Τύπος	P, μg/g εδ.	CECmmol/kg εδ.
017/93	Μη χαρτογραφηθήσα περιοχή	7,50	1,30					11,96
017/94	<<	7,60	1,29					12,07
034 ΠΑΛΛΙΟΠΥΡΓΟΣ								
034/55	C435/A03/Εfx	8,28	1,10	54,4	19,9	C	8,93	50,867
034/56	C435/A03/Εfx	8,07	1,32	30,8	34,2	CL	19,55	21,09
034/57	A324/B13/Εox	8,10	1,30	30,6	39,4	CL	29,97	19,57
034/58	A324/B13/Εox	8,14	1,56	35,6	26,5	CL	24,65	16,64
034/59	A324/B13/Εox	7,71	1,10	25,3	41,3	C	28,69	33,452
034/60	A324/B13/Εox	8,09	0,90	48,4	21,2	C	15,73	63,71
034/61	A324/B13/Εox	8,02	0,98	41,1	23,5	C	33,79	36,75
034/62	A324/B13/Εox	8,21	1,51	35,3	36,7	CL	14,45	37,708
034/63	A324/T23/Εox	8,04	1,70	33,4	35,5	CL	25,50	25,815
034/64	A324/T23/Εox	7,86	2,20	28,1	50,4	SCL	32,31	28,277
034/65	A324/T23/Εox	7,66	0,77	30,6	38,0	CL	39,96	17,927
034/66	A324/T23/Εox	7,46	1,50	33,3	35,4	CL	28,99	19,313

**Παράδειγμα 1. Δημιουργία πρότυπης καμπύλης και υπολογισμός της συγκέντρωσης του διαθέσιμου P στα εδάφη**

**Πρότυπα διαλύματα**

P (ppm)	Απορρόφηση
0	0.00
0.1	0.07
0.2	0.13
0.3	0.17
0.4	0.24
0.6	0.36



**Εδαφικά δείγματα**

Κωδ.δείγματος	Απορρόφηση	Εξίσωση	P (mg/kg εδάφους)
010/29	0.145	0.24	24.28
010/30	0.11	0.18	18.42
010/31	0.108	0.18	18.09
013/32	0.112	0.19	18.76
013/33	0.089	0.15	14.91
013/34	0.087	0.15	14.57
013/35	0.065	0.11	10.89
013/36	0.076	0.13	12.73
013/37	0.057	0.10	9.55
013/38	0.111	0.19	18.59
013/39	0.122	0.20	20.43
013/40	0.222	0.37	37.18
013/40a	0.129	0.22	21.60
015/41	0.094	0.16	15.74
015/42	0.136	0.23	22.78

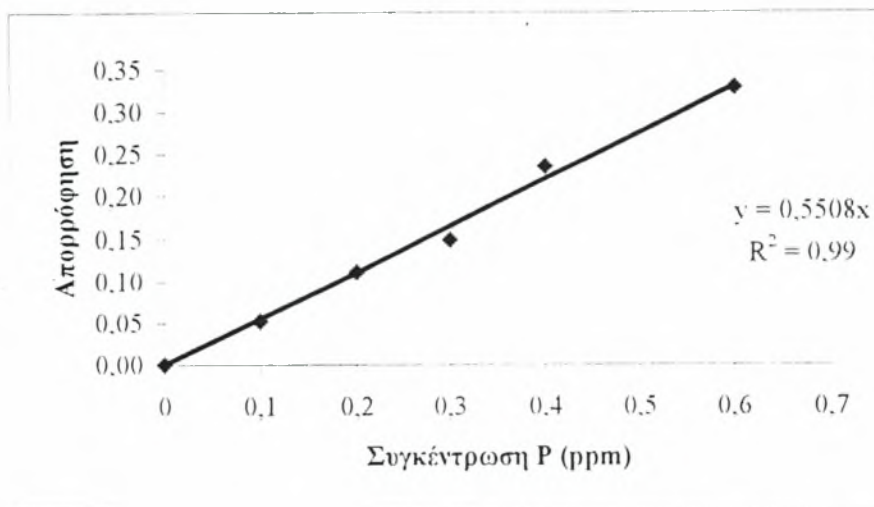
**Παράδειγμα:**

Έστω το δείγμα 013/39. Η τιμή της απορρόφησης του δείγματος (0.122) τοποθετείται στην εξίσωση  $Y=0,5971X$  και η εξίσωση λύνεται ως προς X. Το αποτέλεσμα, που δείχνει την συγκέντρωση του P στο διάλυμα των 50mL, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 100 (προκύπτει από τις διαδοχικές αραιώσεις κατά την πορεία) και έτσι λαμβάνεται η συγκέντρωση του P στο έδαφος, σε ppm διαθέσιμου P ανά κιλό εδάφους.

## Παράδειγμα 2. Δημιουργία πρότυπης καμπύλης και υπολογισμός της συγκέντρωσης του P στον καπνό

### Πρότυπα διαλύματα

P (ppm)	Απορρόφηση
0	0,00
0,1	0,052
0,2	0,111
0,3	0,149
0,4	0,235
0,6	0,329



### Δείγματα καπνού

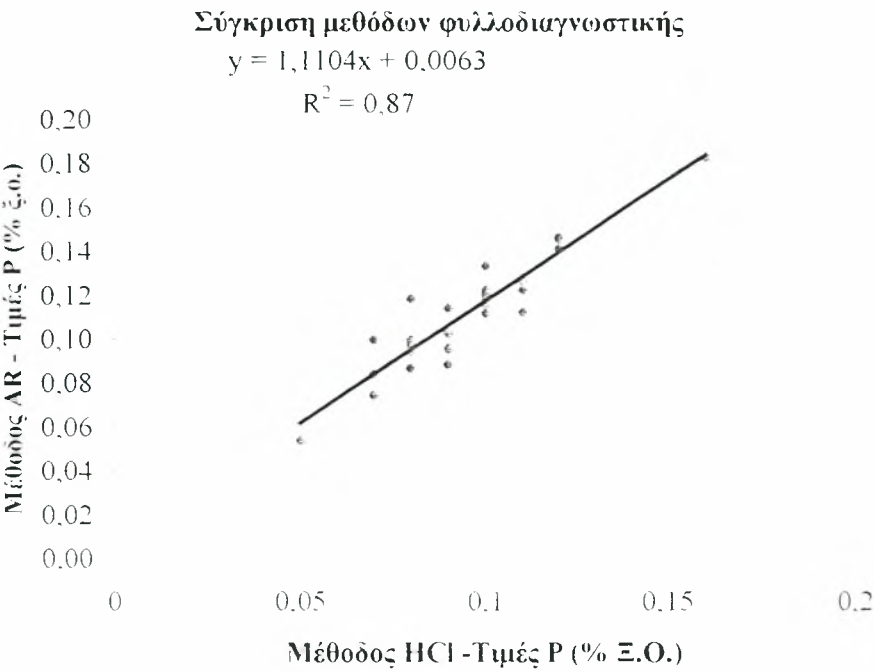
Κωδ.δείγματος	Απορρόφηση	Εξίσωση	P (% Ξ.Ο.)
038/152/1	0,49	0,89	0,28
038/152/2	0,399	0,72	0,23
038/152/3	0,345	0,63	0,20
038/152/4	0,313	0,57	0,18
029/10/1	0,258	0,47	0,15
029/10/2	0,14	0,25	0,08
029/10/3	0,179	0,32	0,10
029/10/4	0,173	0,31	0,10
010/28/1	0,269	0,49	0,15
010/28/2	0,224	0,41	0,13
010/28/3	0,157	0,29	0,09
010/28/4	0,246	0,45	0,14

### Παράδειγμα:

Έστω το δείγμα 010/28/1 (Ο τελευταίος αριθμός δείχνει το 1ο, 2ο, 3ο ή 4ο χέρι συλλογής).

Η τιμή της απορρόφησης του δείγματος (0,269) τοποθετείται στην εξίσωση  $Y=0,5508X$  και η εξίσωση λύνεται ως προς X. Το αποτέλεσμα, που δείχνει την συγκέντρωση του P στο διάλυμα των 25ml, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 0,3125 (προκύπτει από τις διαδοχικές αραιώσεις κατά την πορεία) και έτσι λαμβάνεται η συγκέντρωση του ολικού P στα φύλλα, σαν ποσοστό επί τοις % ξηρής ουσίας.

	HCl	Aqua Regia
Αριθμός δειγμάτων	35	35
Ελάχιστο	0.05	0.05
Μέγιστο	0.16	0.18
Μ.Ο.	0.1	0.11
Τυπική απόκλιση	0.02	0.02



Συσχέτιση

		HCl	Aqua Regia
HCl	Pearson Correlation	1	.939(**)
	Αριθμός Δειγμάτων	34	34
AR	Pearson Correlation	.939(**)	1
	Αριθμός Δειγμάτων	34	34

\*\* Η συσχέτιση είναι σημαντική στο 0.01 επίπεδο (2-tailed).

Σχήμα 1. Σύγκριση μεθόδων φυλλοδιαγνωστικής



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072423